

**APORTES DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA DEL ESTUDIO DE LA FIJACIÓN
BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO, EN LA CAPACIDAD DE RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO DE LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA RAFAEL URIBE URIBE DE LA CIUDAD DE PEREIRA**

MACROPROYECTO: ECOLOGÍA MICROBIANA DEL SUELO

TRABAJO DE GRADO DE MAESTRIA

Presentado como requisito para obtener el título de Magister en Ciencias Ambientales
con énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales

BEATRIZ HELENA PULGARIN CHAPARRO

Programa Maestría en Ciencias Ambientales

Facultad de Ciencias Ambientales

Universidad Tecnológica de Pereira

Ms, C. Liliana Bueno López

2018

Resumen

El hombre es un ser racional cuyo conocimiento se encuentra en continua evolución. Cada día de su vida, éste vive nuevas experiencias que le brindan la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y renovar o reforzar otros. Por eso es importante determinar las herramientas y prácticas necesarias para mejorar y enriquecer sus saberes y así andar a la par con la evolución de este mundo cambiante.

La búsqueda de nuevos elementos didácticos y metodológicos que contribuyan al mejoramiento del proceso enseñanza- aprendizaje y generen una educación de calidad, conllevan al desarrollo y apropiación de diferentes estrategias pedagógicas para reemplazar aquellas metodologías de enseñanza tradicional basadas en la transmisión del conocimiento, donde los estudiantes tienen la función de ser receptores de gran cantidad de contenidos presentados como verdades absolutas que ellos no tienen derecho a cuestionar, donde elementos tan relevantes como la investigación, la interacción con el entorno han sido excluidos de los procesos académicos, aun sabiéndose indispensables para el desarrollo de una actitud científica, propositiva ante las experiencias o problemáticas de su cotidianidad. Si una problemática es analizada y enmarcada en la reflexión y la crítica desencadenando sentimientos y pensamientos de conciencia, propiciando la formación de personas activas con capacidad de emitir juicios de valor, tomar decisiones, actuar para reparar y transformar positivamente su realidad, se puede evidenciar la comprensión de las estructuras profundas de lo cognitivo, es decir, la construcción y apropiación del conocimiento.

La propuesta de este proyecto, apunta al desarrollo de la capacidad de afrontar y resolver problemas o situaciones propias de las ciencias ambientales en los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira, a partir de la aplicación de una secuencia didáctica del estudio de la fijación biológica del Nitrógeno.

Para su ejecución se emplearon como técnicas e instrumentos: Un cuestionario aplicado al inicio y al final de la intervención, un test de estilos de aprendizaje, una secuencia didáctica centrada en la resolución de problemas relacionados con la fijación biológica de Nitrógeno. Uno de los principales resultados encontrados es que para promover la capacidad de resolución de problemas y el aprendizaje, es necesario realizar diversas actividades en donde los estudiantes reconozcan sus habilidades, dificultades y avances, desarrollando autonomía y responsabilidad directa en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Por lo tanto incluir estrategias didácticas como las secuencias didácticas, mejora notablemente el quehacer en el aula, promueven la capacidad de enfrentar problemas reales para construir nuevo conocimiento. Así mismo, este trabajo pretende aportar elementos importantes para el enriquecimiento de las prácticas de enseñanza y de esa manera contribuir en el mejoramiento de la acción educativa.

Palabras clave: Ciencias ambientales, resolución de problemas, secuencia didáctica, estrategias metodológicas.

Abstract

The search for new didactic and methodological elements that contribute to the improvement of the teaching-learning process and generate a quality education, lead to the development and appropriation of different pedagogical strategies that replace those traditional teaching methodologies based on the transmission of knowledge, where students have the function of being recipients of a large amount of content that are also presented as absolute truths that they have no right to question, where elements as relevant as research, interaction with the environment have been excluded from academic processes, even knowing that they are indispensable for the development of a scientific attitude, proactive to face the experiences or problems that arise in their daily lives. If a problem is analyzed and framed in reflection and criticism triggering feelings and thoughts of conscience, promoting the formation of active people with the ability to make judgments of value, make decisions, act to repair and transform positively their reality, we could see the understanding of the deep structures of the cognitive, that is, the construction and appropriation of knowledge.

The proposal of this project, intends to develop the capacity of solving problems or own situations of the science environment on the 11th grade students of the I.E. Rafael Uribe Uribe of Pereira city, from the application of a didactics sequence of the Nitrogen biological fixation.

For its implementation, as techniques and instruments were used: a questionnaire applied at the beginning and the end of the intervention, a learning styles test, a didactic sequence focused on the resolution of problems related to the biological fixation of the nitrogen. One of the main founded results is that to promote the capacity of resolution of problems and the learning, is necessary to perform activities that allow students to recognize their skills, difficulties and advances, performing direct autonomy and responsibility on the teaching and learning process. Therefore, to include didactic strategies like the didactic sequences, improve notably the chore in the classroom; promote the capacity of facing real problems to build new knowledge. Just like that, this work intends to provide important elements to the enrichment of the teaching practices and in that way to contribute on the improvement of the educational action.

Keywords: Science environment, problem solving, didactic sequence, methodological strategies.

Dedicatoria

A mis padres por su apoyo y acompañamiento incondicional.

A mi hija Ana Sofía por ser el motivo fundamental para
alcanzar esta meta, por su comprensión y paciencia.

Agradecimientos

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a:

La Ms. C. Liliana Bueno López, quien dirigió este proyecto con gran compromiso, dedicación, y paciencia. A los profesores de la maestría que participaron del proceso de formación.

También a María Teresa González Reyes, rectora de la I.E. Rafael Uribe Uribe, y a los coordinadores, quienes me otorgaron su confianza y permitieron el desarrollo de este trabajo al interior de la institución, así mismo a los estudiantes del grado 11ºB, que acogieron este proceso con la mejor disposición e interés, permitiendo enriquecer sus saberes y habilidades.

Por último a mi familia, por su amor, comprensión, apoyo y paciencia durante todo el proceso formativo de la maestría.

Hoja de Vida

Fecha de Nacimiento.....23 de Enero de 1981
Bogotá D.C. - Colombia

Fecha de grado de PregradoLicenciada en Biología y Química
Agosto de 2003, Universidad de Caldas

Fecha de grado de posgrado.....Esp. en Admón. de la Informática Educativa
Marzo de 2016, Universidad de Santander

Año de vinculaciónJulio de 2005, I.E. Rafael Uribe Uribe
Pereira, Colombia

Tabla de contenido

Resumen.....	i
Abstract	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Hoja de Vida.....	vi
Tabla de Contenido.....	vii
Lista de Tablas.....	ix
Lista de Gráficos.....	x
Lista de Ilustraciones.....	xi
Anexos.....	xii
Capítulo 1. Generalidades de la investigación.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Pregunta de Investigación.....	2
1.3 Contexto (Institucion educativa).....	2
1.4 Objetivo general y específicos.....	3
1.5 Referentes conceptuales.....	4
Capítulo 2. Métodos y Metodología.....	13
2.1 Marco metodológico.....	13
2.2 Diseño de Instrumentos.....	14
2.3 Rejilla de Valoración.....	22
2.4 Secuencia Didáctica.....	22
2.5 Trabajo de campo y recolección de la Información.....	25

Capítulo 3. Resultados y Discusión de resultados.....	34
3.1 Pretest.....	34
3.2 Resultados de la Intervención en el Aula.....	38
3.3 Posttest.....	40
3.4 Comparativo pretest y posttest.....	41
Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones.....	50
4.1 Conclusiones de la Intervención.....	50
4.2 Recomendaciones para investigaciones futuras.....	52
5. Referencias bibliográficas.....	54

Lista de Tablas

Tabla 1. Enfoque de la enseñanza de la ciencia según la investigación dirigida	7
Tabla 2. Ejercicios vs problemas.....	9
Tabla 3. Descripción de la secuencia didáctica basada en la resolución de problemas.....	22
Tabla 4. Niveles de valoración dimensiones de la resolución de problemas.....	35
Tabla 5. Cuadro comparativo de los resultados obtenidos entre el cuestionario inicial y final a 31 estudiantes del grado 11°B de la I.E. Rafael Uribe Uribe.....	42

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo de la Institución educativa Rafael Uribe Uribe.	14
Gráfico 2. Niveles de las dimensiones de la resolución de problemas en el cuestionario inicial.....	36
Gráfico 3. Media de los resultados del cuestionario inicial aplicado a 31 estudiantes de la I.E. Rafael Uribe Uribe.....	37
Gráfico 4. Niveles de las dimensiones de la resolución de problemas en el cuestionario final.....	40
Gráfico 5. Media de los resultados del cuestionario final aplicado a 31 estudiantes de la I.E. Rafael Uribe Uribe.....	41
Gráfico 6. Comparativo de los resultados obtenidos en los cuestionarios inicial y final.....	43
Gráfico 7. Comparativo niveles de desempeño en resolución de problemas pretest y postest.....	45
Gráfico 8. Comparativo resultados de la pregunta N° 1 en el cuestionario inicial y final.....	46
Gráfico 9. Comparativo resultados de la pregunta N° 2 en el cuestionario inicial y final.....	46
Gráfico 10. Comparativo resultados de la pregunta N° 3 en el cuestionario inicial y final.....	47

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Actividad integradora de la secuencia Didáctica.....	38
Ilustración 2. Nivel alto en resolución de problemas.....	39
Ilustración 3. Avance de nivel Bajo a nivel Alto en resolución de problemas.....	44

Anexos

Anexo 1. Operacionalización de la categoría Resolución de problemas.....	57
Anexo 2. Test de Waldermar de Gregori.....	61
Anexo 3. Rejilla de Valoración.....	62
Anexo 4. Evaluación final de la Secuencia Didáctica.....	65
Anexo 5. Evidencias Fotográficas.....	67

Capítulo 1. Generalidades de la investigación

1.1 Descripción del problema

El desarrollo de la ciencia y la tecnología a través del tiempo, sobre todo después de la segunda mitad del siglo XX, ha producido gran cantidad de conocimiento que sin lugar a dudas ha transformado la forma de ver e interpretar el mundo (Arocena 1993). Una parte de la sociedad se ha dedicado a construir leyes, teorías y explicar fenómenos a partir de la experimentación y aplicación del conocimiento científico.

Sin embargo las Instituciones educativas condicionan la acción educativa, como un acto de transmisión de conocimientos, en la cual prevalece el método de enseñanza tradicional Porlán (2001), donde se le resta importancia a construir saber propio y se limita a reproducir conocimiento ajeno, terminado e inalterable, perdiendo significado y relevancia para quienes lo deben aprender.

La formación en áreas como las ciencias ambientales, relacionada con disciplinas como las ciencias naturales y sociales, representa un desafío, haciéndose necesario diseñar propuestas sustentadas en metodologías actuales, aprovechando las condiciones del entorno del estudiante y su contexto, enmarcadas en las competencias y lineamientos curriculares propuestos por el Ministerio de educación nacional (MEN) y la Ley General de Educación. Según Reyes-Sánchez (2012), el estudio y la enseñanza interdisciplinaria de las Ciencias Naturales, para el tratamiento de contenidos relacionados con la vida diaria son una prioridad ya que los niños y jóvenes, ciudadanos del mañana, necesitarán estar capacitados para tomar decisiones coherentes con modelos de vida respetuosos con el medio que habitamos y su interculturalidad.

En contexto, podría afirmarse que los estudiantes de la “Institución Educativa Rafael Uribe Uribe”, según los índices de repitencia, bajo rendimiento académico, informes de los resultados en las pruebas externas e índices sintéticos de las calidad expedidos por el Ministerio de Educación Nacional (2016), no alcanzan el conocimiento y las competencias necesarias para desempeñarse satisfactoriamente en el ámbito escolar, de lo cual se puede concluir , que no encuentran suficiente motivación e interés hacia lo que deben aprender y que las metodologías y estrategias pedagógicas que se llevan a cabo dentro del aula no influyen de manera positiva y contundente en sus procesos cognitivos, lo cual ha generado como resultado un aprendizaje superficial y a corto plazo, que no logra construir conocimiento y desarrollar las habilidades necesarias para desenvolverse de manera eficiente en su entorno académico y social. Teniendo en cuenta esta problemática, se hace necesaria la transformación de los procesos educativos llevados a cabo en la institución, procurar brindar propuestas pedagógicas que contribuyan notablemente a la formación de hombres reflexivos, creativos, sensibles y con valores hacia naturaleza y la sociedad.

Puesto en esta perspectiva, el docente es responsable de generar espacios, condiciones y acciones que despierten interés en el estudiante y lo motiven a participar de manera consciente y activa en los procesos en el aula, además debe encontrar y relacionar las variables necesarias, elementos cognitivos y las herramientas acertadas, que favorezcan su exitoso desempeño al enfrentar cualquier situación académica o cotidiana.

En ese orden de ideas, la enseñanza de las Ciencias debe ser replanteada, sustentarse en prácticas educativas basadas en experiencias cotidianas, contextos reales y atractivos para los estudiantes. Risaralda, por ejemplo, es un departamento cafetero por excelencia, el café ha sido un producto importante en el desarrollo de la economía y el bienestar de los habitantes de la región, sin embargo las condiciones ambientales, socioculturales han cambiado sustancialmente, por lo cual, la mayor parte de población se ha desplazado a las zonas urbanas, pero, sus raíces siguen siendo campesinas y los estudiantes de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe no son ajenos a esta condición, muchos de ellos conservan familiares y amigos que viven en sus fincas y cuya actividad económica sigue siendo la agricultura, lo cual representa una oportunidad de abordar desde la ciencias naturales y ambientales, temáticas y problemáticas propias de este contexto.

Se pretende realizar esta investigación desde una perspectiva metodológica, como un diagnóstico general del uso de estrategias didácticas innovadoras, como es la enseñanza basada en resolución de problemas que impacten en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales y ambientales.

1.2 Pregunta de investigación.

¿Puede el estudio de la fijación biológica del nitrógeno, a través de la aplicación de una secuencia didáctica, incidir en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de Grado Undécimo de educación media, de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira?

1.3 Contexto Institucional

La institución educativa Rafael Uribe Uribe está ubicada en la comuna centro de la ciudad de Pereira, cuenta con 3 sedes, la Primero de Mayo y la victoria que corresponden a la primaria y la sede central con la básica secundaria y media en las jornadas de mañana y tarde que se encuentra en la calle 27 # 7 – 72, teléfono (036) 3261647, e-mail: lerafaeluribepereira@gmail.com, código Dane 166001000913, donde se llevó a cabo este proyecto.

Actualmente contamos con 1050 estudiantes, desde primera infancia hasta el grado once, otorgando el título de Bachiller académico y/o técnico en programación de software, por medio

de la articulación con el Sena. Al ser una institución incluyente, tenemos estudiantes con necesidades educativas especiales en las 3 sedes, población que cuenta con la labor de las docentes de aula de apoyo y con las adecuaciones curriculares pertinentes por parte de los docentes de aula. Nuestros estudiantes corresponden a estratos 1, 2 y 3, por estar ubicada en el centro de la ciudad, la población es rotativa y su permanencia en la institución depende de la actividad económica de sus familias que en su mayoría es de tipo informal o vinculada al comercio de la zona o empleos temporales y no poseen vivienda propia. Nuestras familias en un alto porcentaje son disfuncionales, ya que los niños viven con el padre, la madre y en algunos casos con tíos o abuelos.

El Modelo pedagógico de la institución educativa Rafael Uribe Uribe es socio constructivista, pretende que el estudiante interactúe con su entorno y se enfrente a situaciones problemáticas, valiéndose de sus saberes previos, habilidades, experiencias, y procedimientos que le garanticen las herramientas necesarias para solucionarlas y sea participe en la construcción de su propio conocimiento.

La intervención en el aula se realizó con el grado 11° B, conformado por 31 estudiantes, 19 hombres y 12 mujeres, cuyas edades oscilan entre los 15 y 19 años de edad, es un grupo activo, participativo y curioso ante la ciencia como tal.

1.4 Objetivo general y específicos

Objetivo General

Determinar el impacto del uso de una secuencia didáctica del estudio de la fijación biológica del Nitrógeno, en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira.

Objetivos Específicos

Objetivo 1:

Estimar inicialmente la capacidad que tienen los estudiantes de grado Undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de afrontar situaciones problema, diseñar y aplicar diferentes alternativas para resolverlas.

Objetivo 2:

Diseñar una secuencia didáctica del estudio del ciclo biogeoquímico del Nitrógeno, que integre actividades de resolución de problemas.

Objetivo 3:

Establecer la incidencia de la secuencia didáctica utilizada, en la capacidad de resolver problemas de los estudiantes de grado Undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe.

1.5 Referentes conceptuales

Los componentes de esta investigación, describen aspectos importantes sobre la didáctica de las ciencias naturales y ambientales, enfatizando en que su enseñanza no debe basarse solamente en la enseñanza tradicional, es decir, dar a conocer leyes y teorías a través de explicaciones, para después resolver problemas de aplicación con procedimientos ya establecidos, en busca de comprender los aspectos tratados, donde la mayoría de los estudiantes fracasa o en el mejor de los casos aprende mecánicamente a aplicar formulas, repetir algoritmos y a expresar conceptos ya elaborados. También se pone en perspectiva la importancia del trabajo en el aula con metodologías emergentes e innovadoras, en este caso la resolución de problemas que se ha convertido en los últimos años en una importante contribución a la educación en muchas partes del mundo, especialmente en áreas como las matemáticas y las ciencias naturales y exactas. Puede considerarse como pionera la obra de George Polya escrita en los años 40, luego se realizaron más investigaciones en este campo, destacándose los trabajos de Alan H. Schoenfeld, Horst Müller y actualmente continúa trabajándose en este ámbito, exaltando los estudios de José Joaquín García García, Francisco Javier Perales Palacios, entre otros.

A través del tiempo las teorías sobre la enseñanza y aprendizaje de la ciencia han enfatizado en las formas cómo la mente representa, organiza y procesa el conocimiento, Carretero (1996). Estos aportes sugieren un desarrollo avanzando de destrezas, habilidades, competencias que superen rutinas o conocimientos aislados y descontextualizados, las prácticas deben abordar los aspectos más complejos del desempeño del estudiante. Según los aportes de la psicología cognitiva, lo que realmente importa es saber qué tan bien responde la memoria de largo plazo en escenarios donde es necesario recuperar información para razonar y aplicar en situaciones problema específicas y en contexto.

Por esto, la enseñanza de las ciencias naturales y ambientales debe constituir un elemento fundamental en la motivación y el trabajo intelectual del estudiante, ya que son áreas cuyo estudio teórico-práctico intenta comprender y explicar el universo, la naturaleza y las leyes que los rigen, por lo tanto, se debe contar con el interés y la preparación necesaria para acceder a dicho conocimiento.

La enseñanza de las ciencias Ambientales desarrolla la habilidad de razonar y de comprender los problemas ambientales, para fortalecer la educación a todos los niveles, factores fundamentales para promover lo sustentable en la sociedad. El diseño de programas relacionados con las ciencias ambientales, garantizan la oportunidad de abordar situaciones problemáticas del entorno en el contexto escolar a nivel interdisciplinar y tratarlas desde diferentes aristas que es el objeto de estas ciencias. Chirás (2006) las define como “Rama del conocimiento científico que busca entender, de manera interdisciplinaria, el funcionamiento del ambiente, las diversas formas en que lo afectamos y las estrategias que podemos implementar para enfrentar tales efectos”. Las ciencias ambientales, ubican al humano como un ser natural y social, capaz de explorar su

ambiente, ser consciente de su realidad, de la forma como sus acciones dinamizan los cambios en su entorno y de las consecuencias que se generan a partir de ellas.

El empleo de técnicas educativas para aprender de las similitudes y diferencias entre escenarios ambientales basadas en el uso de indicadores, pueden contribuir de manera significativa al aprendizaje de los estudiantes en la comprensión de la problemática ambiental desde el enfoque interdisciplinar para que, contribuyan a generar cambios en la manera de pensar y actuar de los integrantes de la sociedad (Unesco, 2005).

El suelo es un ejemplo claro del trabajo que puede realizarse, es un recurso natural al que no se le ha dado la suficiente relevancia, su función en los ciclos biogeoquímicos, su servicio a nivel ecosistémico, además de su papel fundamental en la obtención de agua y alimento, así como las políticas que buscan regular su utilización y evitar las acciones que lo deterioren, son preocupantemente desconocidas, lo cual tiene como consecuencia una amplia desinformación y falta de sentido de pertenencia hacia los aspectos relacionados con este valioso recurso.

La sociedad en general, desconoce el origen, la naturaleza y las características del suelo, considera menos importante la degradación del suelo que el deterioro y agotamiento de otros recursos naturales, lo considera renovable y tal vez por ello lo ha destruido en un lapso de tiempo muy corto, aunque a la que a la naturaleza le haya costado miles de años formarlo. Se hace necesario entonces, crear estrategias para que el manejo, utilización y preservación del suelo sean del interés de los profesionales en todas las disciplinas y de la sociedad misma, ya que el suelo es donde se desarrollan los aspectos más importantes de la vida (Insuasti, 2012).

Teniendo en cuenta lo mencionado previamente, la resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias ambientales y naturales, constituye un elemento pedagógico determinante para propiciar ambientes de aprendizaje apropiados, es decir, una transformación del trabajo en el aula que conlleve al desarrollo del espíritu investigativo y científico del estudiante, que le permita dar soluciones acertadas las situaciones a las que se enfrentan diariamente.

Este capítulo se encuentra dividido en dos categorías: aspectos de la didáctica de las ciencias en el proceso de enseñanza aprendizaje y la resolución de problemas y su incidencia en el aprendizaje, todo enmarcado en el proceso de fijación biológica de Nitrógeno.

Didáctica de las ciencias

Para hablar de didáctica de las ciencias, deben tenerse en cuenta aspectos que participan directamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la misma, existe relación preponderante entre el concepto de ciencia y la imagen que poseen de ella tanto el docente como el estudiante.

En busca de una definición acertada de ciencia se ha hecho un recorrido a través de los diferentes conceptos que se han dado desde los años 50 en adelante. “la ciencia es una forma de conocimiento. Es uno de los productos más acabados de la actividad humana. Por medio de ella el hombre ha profundizado en la comprensión y explicación de los fenómenos naturales y

sociales; ha podido ejercer un control entre ellos de una manera cada vez más consiente y gracias al carácter sistemático, dinámico, explicativo y predictivo de la ciencia, la humanidad ha logrado desarrollar una concepción racional del mundo” (Guevara, 1987).

Otra definición más amplia la define como un cuerpo de ideas compuesto por el conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y fiable (Mario Bunge). Otras definiciones de ciencia, además indican que esta posee un conocimiento propio y los mecanismos particulares de ser colectado, organizado, presentado y divulgado.

Intentar explicar el universo, la vida, los fenómenos de la naturaleza, implica un reto en los procesos de la enseñanza de las ciencias, requiere de intervenciones especializadas, transformadoras, intencionadas y con valor sobre el mundo natural y real, para lo cual se debe reflexionar sobre el trabajo en el aula y tomar decisiones que se traduzcan en el aprendizaje de los estudiantes. La didáctica de las ciencias es entonces una disciplina científica para el diseño de una ciencia que se aprende (Izquierdo- Aymerich, 2005).

Enseñanza-aprendizaje: Como proceso de enseñanza - aprendizaje lo define Castellanos como "el movimiento de la actividad cognoscitiva de los alumnos bajo la dirección del maestro, hacia el dominio de los conocimientos, las habilidades, los hábitos y la formación de una concepción científica del mundo". Existe entonces una relación de tipo dialéctica entre los actores del proceso, profesor y estudiante, que tiene diferentes funciones; el profesor debe dirigir, controlar y estimular el aprendizaje de tal forma que el alumno participe consiente y activamente en el proceso (Castellanos, 2000).

Con respecto a las ciencias dentro del campo educativo, el proceso de enseñanza tiene al docente como uno de los actores, Pope y Scott (1983) consideran que las visiones de los profesores de ciencias sobre el conocimiento afectan la manera como orientan su enseñanza. Perafan (1999) muestra la diferencia que hay en las dinámicas de enseñanza entre los que tienen la primera concepción y los que tienen la concepción operativa, ya que los últimos sostienen unas prácticas educativas más dinámicas comprometidas con el desarrollo integral del estudiante.

Se puede afirmar entonces, que el constructo mental que tiene cada docente interviene directamente en el acto educativo, en donde su manera de pensar, de ver los diferentes fenómenos que ocurren a su alrededor, la manera como los interpreta, sus afectos, sus creencias inciden de manera significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, llegándose a convertir en obstáculo o en el puente que active de buena manera el acto educativo.

Sin embargo, la unidireccionalidad en la relación profesor - alumno en la entrega de conocimientos ya no es válida, puesto que ahora el rol del alumno como ente pasivo en el proceso de enseñanza - aprendizaje ha evolucionado en que éste último colabore activamente en la construcción de su propio aprendizaje.

El educando que nos encontramos cada vez con mayor frecuencia en el aula, es interactivo, espontáneo, inquieto, resuelto, crítico, hábil en el uso de tecnologías y con absoluta capacidad de cooperar con sus procesos de aprendizaje e incluso generar aprendizaje significativo para su vida y para desempeñarse de manera eficiente en su entorno social; en otras

palabras, es el propio estudiante quien produce su aprendizaje y quien dirige, en definitiva, el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Desde el enfoque vygotskiano, el alumno debe ser entendido como un ser social producto y protagonista de las múltiples interacciones sociales en que se involucran a lo largo de su vida escolar y extra escolar, las funciones psicológicas superiores son producto de estas interacciones sociales, gracias a la participación en los procesos educacionales sustentados en distintas prácticas y procesos sociales. Le da el autor aquí, valor al entorno y las condiciones sociales del alumno y a las experiencias y vivencias extraescolares en su formación y desarrollo como persona.

Para la Psicología Cognitiva, teoría cuyo mayor exponente es Jerome Bruner, “el alumno es un sujeto activo procesador de información, poseedor de competencias cognitivas para aprender y solucionar problemas; dichas competencias deben ser desarrolladas usando nuevos aprendizajes y habilidades estratégicas”. Establece las condiciones del alumno para enfrentar su proceso de aprendizaje y las habilidades que han de ser potencializadas en él.

Teniendo en cuenta la importancia de la interacción docente, estudiantes y sus concepciones de la ciencia, se puede afirmar que los objetivos de la didáctica de las ciencias se redireccionan constantemente al reflexionar sobre las prácticas educativas convencionales, se desarrollan diferentes modelos de enseñanza de las ciencias naturales, intentando responder a la evolución de los procesos de enseñanza y a las características, intereses y motivaciones de los estudiantes que nos encontramos en el aula día a día. Algunos modelos de enseñanza de las ciencias son: modelo de enseñanza tradicional o de transmisión y recepción, enseñanza por descubrimiento, enseñanza expositiva, enseñanza mediante la investigación dirigida, modelo por investigación, entre otros. Todos le confieren roles diferentes al docente y al estudiante, pero coinciden en la idea: “la interacción docente–estudiante–conocimiento, en busca una transposición didáctica (docente-conocimiento), una interactividad (docente- estudiante) y unas ayudas ajustadas (conocimiento-estudiante)”, (Chevallard, Bosch, & Gascón, 1985).

Este trabajo está basado en el modelo de investigación dirigida, que se asume como una actividad experimental que requiere la participación activa del estudiante y que orienta la búsqueda de una evidencia que permita resolver un problema teórico o práctico, (Jiménez, 1992). Este modelo, pretende ubicar al estudiante en un contexto similar al de un científico, donde el docente orienta los procesos para que él, trabajando solo o en equipo, alcance los objetivos planteados en su proyecto científico y así generar actitudes permanentes de autonomía, autorregulación y participación en la construcción de su propio saber. Aquí, el estudiante se enfrenta a una situación problema en la cual deberá utilizar nuevos conceptos, aplicar algoritmos, pero sobre todo identificar variables que son trascendentales para experimentar, analizar, concluir y dar solución al problema. Además, en este caso el educando puede abordar un problema e identificar rutas alternas de solución, es decir, explorar nuevos procedimientos, nuevas actividades, que permitan dar respuestas a dicho problema.

Tabla 1. Enfoque de la enseñanza de la ciencia según la investigación dirigida

INVESTIGACIÓN DIRIGIDA

Supuestos	Contexto científico. “El docente como director de la investigación del estudiante” (Gil, 1993). La investigación es un proceso de construcción social.
Selección de contenidos	Resolver problemas generados desde el análisis del conocimiento disciplinar.
y Actividades evaluación	Planteamiento y resolución conjunta de problemas. Pequeños proyectos de investigación. Guías de actividades con contenido social, (diálogos, comunicación, concertación).
Dificultades de aprendizaje	Exige alto nivel al docente, (formación, flexibilidad, dinamismo, creatividad). Autorregulación, autodisciplina del estudiante.

Fuente: Pozo (1997)

Resolución de problemas

Las ciencias naturales son el resultado de la búsqueda constante de respuestas a los cuestionamientos del hombre frente al universo y el mundo y los fenómenos que en él ocurren, y las ciencias ambientales intentan explicar las complejas relaciones entre naturaleza y los seres que la habitan. Entendido así, el estudio de estas ciencias se convierten en una fuente potencial para afianzar la descuidada relación que existe entre la teoría y la práctica, que es la base del conocimiento profundo, el cual requiere no solo de la replicación de situaciones en el laboratorio para realizar deducciones experimentales, si no integrar diferentes campos del conocimiento y analizar los elementos en conjunto, organizados, teniendo en cuenta sus interrelaciones, su interdependencia y así acercarse significativamente a su dinámica con el fin de explicarla y brindar soluciones a problemas que aparecen entre los integrantes de la sociedad y su entorno.

La resolución de problemas es una acción compleja en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias, representa un medio fundamental para lograr el aprendizaje de los estudiantes, integra los conceptos a aprender, el trabajo práctico, solucionar problemas, dando espacio al trabajo autónomo y a la reflexión, para la construcción de conocimiento.

Para abordar la resolución de problemas como estrategia metodológica, es necesario definir claramente el concepto de problema, para Perales Palacios (1993), se entiende por problema cualquier situación espontánea que produce cierto grado de incertidumbre y a su vez genera una conducta tendiente a la búsqueda de la posible solución.

Delgado (1998), considera un problema como: “Una situación verdaderamente problemática para el resolutor, para la cual, teniendo conciencia de ella, no conoce una vía de solución”, entendido así, debe diferenciarse un ejercicio de un problema, sobre todo en el campo

de la Ciencias y las Matemáticas donde hay la tendencia a confundirlos, un ejercicio, supone una o varias rutas conocidas y satisfactorias para resolverlo, mientras que para resolver un problema se debe encontrar un método o vía de solución que implique la combinación de conocimientos previos, habilidades, destrezas, técnicas, creatividad e incluso motivación para no desertar en el intento de solucionarlo.

Según García (2003):

Un problema es una situación enfrentada por un individuo o un grupo... que presenta una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, exige una solución que aún no se tiene, para la cual no se conocen medios o caminos evidentes y en la que se deben hallar interrelaciones expresas y tacitas entre un grupo de factores o variables, lo que implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de las propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas, modelos mentales, es decir... la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema... que significa reorganización cognitiva, involucramiento personal... y desarrollo de nuevos conceptos y relaciones generando motivación e interés cognitivo. (p. 50).

Echenique Urdiain (2006) enfatiza que existe una gran diferencia entre problemas y ejercicios:

Un Problema es una situación que un individuo o grupo quiere o necesita resolver y para la cual no dispone, en principio, de un camino rápido y directo que le lleve a la solución; consecuentemente eso produce un bloqueo. Conlleva siempre un grado de dificultad apreciable, es un reto que debe ser adecuado al nivel de formación de la persona o personas que se enfrentan a él... Los ejercicios no implican una actividad intensa de pensamiento para su resolución. Al realizarlos, el alumno se da cuenta muy pronto de que no le exigen grandes esfuerzos. Generalmente tienen una sola solución, son actividades de entrenamiento, de aplicación mecánica de contenidos o algoritmos aprendidos o memorizados. Le sirven al profesor para comprobar que los alumnos han automatizado los conocimientos que él pretendía enseñarles y, a su vez, al alumno para consolidar dichas adquisiciones (p.20).

A continuación se presenta de forma clara las principales diferencias existentes entre problemas y ejercicio según I. Echenique Urdiain:

Tabla 2. Ejercicios vs problemas

CARACTERÍSTICAS DE LOS EJERCICIOS	CARACTERÍSTICAS DE LOS PROBLEMAS
Se ve claramente que hay que hacer.	Suponen un reto.
La finalidad es la aplicación mecánica de algoritmos.	La finalidad es ahondar en los conocimientos y experiencias que se

<p>Se resuelven en un tiempo relativamente corto.</p> <p>No se establecen lazos especiales entre el ejercicio y la persona que lo resuelve.</p> <p>Generalmente tienen una sola solución.</p> <p>Son muy numerosos en los libros de texto.</p>	<p>poseen, para rescatar aquellos que son útiles para llegar a la solución esperada.</p> <p>Requieren más tiempo para su resolución.</p> <p>La persona que se implica en la resolución lo hace emocionalmente. El bloqueo inicial, debido a que la situación le desconcierta, dará paso a la voluntariedad y perseverancia por encontrar la solución y, por último, al grado de satisfacción una vez que esta se ha conseguido.</p> <p>Pueden tener una o más soluciones y las vías para llegar a ellas pueden ser variadas.</p> <p>Suelen ser escasos en los libros de texto.</p>
--	--

Fuente: Urdiain, I. E. (2006). Matemáticas resolución de problemas

Para lograr el objetivo de resolver un problema se realizan acciones consientes e intelectualmente exigentes desde el reconocimiento del problema hasta su solución (ARIAS, CARDENAS, ESTUPIÑAN, 2005).

La resolución de problemas como estrategia metodológica, facilita la utilización de diferentes espacios, instrumentos y situaciones de la cotidianidad. Si una problemática es analizada y enmarcada en la reflexión y la crítica, desencadenando sentimientos y pensamientos de conciencia, propiciando la formación de personas activas con capacidad de emitir juicios de valor, tomar decisiones, actuar para reparar y transformar positivamente su realidad y su entorno, se puede evidenciar la comprensión de las estructuras profundas de lo cognitivo, es decir, la construcción y apropiación de conocimiento.

En la resolución de problemas diversos autores se han dedicado a realizar investigaciones sobre esta estrategia metodológica, por ejemplo, el matemático George Polya (1945), propuso en su libro “**How to solve it?**”, una metodología heurística que contribuyera no sólo a la solución de problemas matemáticos sino a problemas de la vida cotidiana.

Él plantea “El Método de los Cuatro Pasos”, para resolver cualquier tipo de problema se debe:

1) Comprender el problema. A través de preguntas como: “¿Cuál es la incógnita?, ¿Cuáles son los datos?, ¿Cuál y cómo es la condición?” (p. 19), en el estudiante debe identificar

la información relevante del enunciado, determinar si es suficiente para resolverlo, además es necesario contextualizar el problema.

2) Concebir un plan. En esta fase, Polya sugiere relacionar el problema con otros semejantes, subraya la importancia de los problemas análogos, determinar si se pueden utilizar problemas y resultados similares y así identificar las estrategias que se pueden llevar a cabo para resolver el problema. Esta es la forma en que se construye el conocimiento según Polya: sobre lo que alguien más ha realizado. Algunos interrogantes pueden ser: ¿Se ha encontrado con un problema semejante?, ¿Ha visto el mismo problema planteado en forma ligeramente diferente?, ¿Conoce algún teorema que le pueda ser útil?, ¿Podría enunciar el problema en otra forma?

3) Ejecución del plan. En esta etapa ya se tiene claro el plan a seguir, por lo tanto, este debe ejecutarse, teniendo en cuenta los detalles, establecer si un paso es correcto, es decir, comprobar cada paso y verificar si es correcto. Desde luego que el tiempo para resolver un problema es relativo, en muchas ocasiones, es necesario un ir y venir entre la concepción y la ejecución del plan para obtener resultados favorables. Se pueden plantear aquí los siguientes cuestionamientos: ¿Puede ver claramente que el paso es correcto?, ¿Puede demostrarlo?

4) Examinar la solución obtenida. Para este momento, se debe verificar si la estrategia llevada a cabo está bien o está mal y replantear el proceso si es necesario. Surgen cuestionamientos como: ¿Puede verificar el resultado?, ¿Puede obtener el resultado en forma diferente? En esta fase la visión retrospectiva permite posteriormente procesos de retroalimentación, establecer si la ruta ejecutada es la única o si por el contrario, puede haber otras alternativas de solución. Polya señala que en esta fase se procura extender la solución de un problema a tal vez algo más trascendente: “¿Puede emplear este resultado o el método en otro problema?” (p. 19).

Otros autores como Allan Schoenfeld (1985), matemático estadounidense, retomó los estudios realizados por Polya, realizó trabajos con estudiantes y profesores, observando su comportamiento al resolver un problema. Finalizadas las experiencias, Schoenfeld concluyó que al trabajar con la resolución de problemas como estrategia metodológica, no son suficientes las heurísticas utilizadas, sino que deben tenerse en cuenta otros factores para que funcione.

En su libro “Mathematical Problem Solving”, plantea 4 categorías que explican la conducta de las personas que resuelven problemas y las clasifica así:

a) Recursos. Los define como el conjunto de nociones previas, hechos, conceptos, procedimientos de que dispone quien va a resolver el problema. El docente debe tener claro cuáles son los elementos con los que cuenta el estudiante al enfrentarlo a la situación problemática, para que no fracase.

b) Heurísticas. El autor afirma que son reglas o técnicas a seguir en un proceso, estas son específicas para cada problema, por lo tanto, no podrían usarse las mismas para resolver varios tipos de problemas, lo que representa un inconveniente importante si el resolutor no las conoce todas o no sabe cómo usarlas.

c) Control. Es la forma como se monitorea el trabajo. Aquí el estudiante debe tener la capacidad de descubrir si la ruta de solución si está funcionando, o si por el contrario, debe devolverse y corregir o tomar otro camino completamente diferente. Es indispensable la supervisión y evaluación durante el proceso de resolución de problemas.

En esta categoría Schoenfeld incluye los cuatro pasos planteados por Polya, el entendimiento del problema para poder resolverlo, diseñar una ruta de solución, la ejecución de la misma y su posterior verificación.

d) Sistema de creencias. Tiene que ver con las nociones previas que tienen las personas con respecto a un concepto, un fenómeno o situación, las características propias de cada individuo inciden en la forma como afronta, analiza y resuelve un problema. Las creencias de estudiantes, profesores y las creencias sociales en conjunto, son las que determinan lo que sucede en la clase y enmarcan el proceso de que se aprende y como se aprende.

Estudios recientes coinciden en la importancia de integrar la resolución de problemas como estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias, buscando superar sin número de deficiencias creadas y arraigadas en la formación académica tradicional. El uso de problemas en la ciencias naturales, facilita planear y llevar a cabo una serie de actividades organizadas e intencionadas (secuencias didácticas), que relacionan contenidos de una o varias áreas con situaciones reales detectadas en su entorno escolar y social e intervenirlos desde los procesos prácticos y teóricos, favoreciendo el trabajo colaborativo y autónomo, el desarrollo de competencias y por ende el aprendizaje.

Lograr que los estudiantes trabajen en la resolución de problemas, requiere de una planificación bien estructurada, además de la integración de un instrumento didáctico que contribuya con esta intención, en este caso, la secuencia didáctica que es entendida como “[...] una estructura de acciones e interacciones relacionadas entre sí, intencionales, que se organizan para alcanzar un aprendizaje”, (Pérez, P 2005).

Moreira (2012) “Define secuencia didáctica como secuencias de enseñanza potencialmente facilitadoras de aprendizaje significativo, de temas específicos de conocimiento conceptual o procedimental, que pueden estimular la investigación aplicada en la enseñanza diaria de las clases”.

Según Tobón, García y Pimienta (2010), las secuencias didácticas son un conjunto de actividades de aprendizaje planeadas, organizadas, mediante las cuales el docente busca la consecución de metas educativas determinadas, para lo cual se debe tener en cuenta la articulación de los contenidos, las pautas metodológicas, los recursos disponibles, el entorno del estudiante y la evaluación, que hagan el proceso realmente significativo.

Capítulo 2. Métodos y Metodología

2.1 Marco metodológico

La presente investigación es de carácter cuantitativo, donde se tienen en cuenta las variables necesarias para establecer los niveles de avance en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de grado Undécimo de la media, adicionalmente la información obtenida, se relaciona con el estado actual del sujeto, experiencias pasadas, factores situacionales, pertinentes al objeto de estudio.

En concordancia con lo expuesto, en este análisis se miden las variables objeto de estudio, la forma como se relacionan, y así determinar los cambios en la capacidad de resolver problemas al desarrollar secuencia didáctica del estudio de la ecología microbiana del suelo (fijación biológica del Nitrógeno), en 31 estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira. Los datos obtenidos en el cuestionario inicial y final, han sido analizados y tratados estadísticamente de manera que al ser comparados, determinan la incidencia en la muestra de estudio, apoyados en los referentes de varios autores. (ANEXO 1)

Población:

La institución educativa Rafael Uribe Uribe es de carácter oficial, ubicada en la Calle 27 # 7 – 72 de la comuna centro de la ciudad de Pereira, cuenta con 1050 estudiantes, desde primera infancia hasta el grado once, de los cuales 498 se encuentran cursando la básica secundaria y media en la sede central, donde se ha realizado este trabajo.

Muestra:

La intervención en el aula se llevó a cabo con el grado 11° B, conformado por 31 estudiantes, 19 hombres y 12 mujeres, entre edades de 15 y 19 años de edad.

Caracterización de los estudiantes

Con el fin de determinar los estilos de aprendizaje de los estudiantes del grupo de estudio, se aplicó el test de dominancia cerebral propuesto por el sociólogo Waldemar de Gregori (1999), (ANEXO 2), el cual plantea que la estructura del cerebro es triádica: cerebro izquierdo, cerebro derecho y cerebro central, y los clasifica así:

Cerebro izquierdo o Lógico – Matemático

Cerebro central o Emotivo – Creativo

Cerebro derecho u Operativo – Instintivo

Los resultados del test de estilos de aprendizaje de los estudiantes del grupo de estudio, se presentan en el gráfico 1:

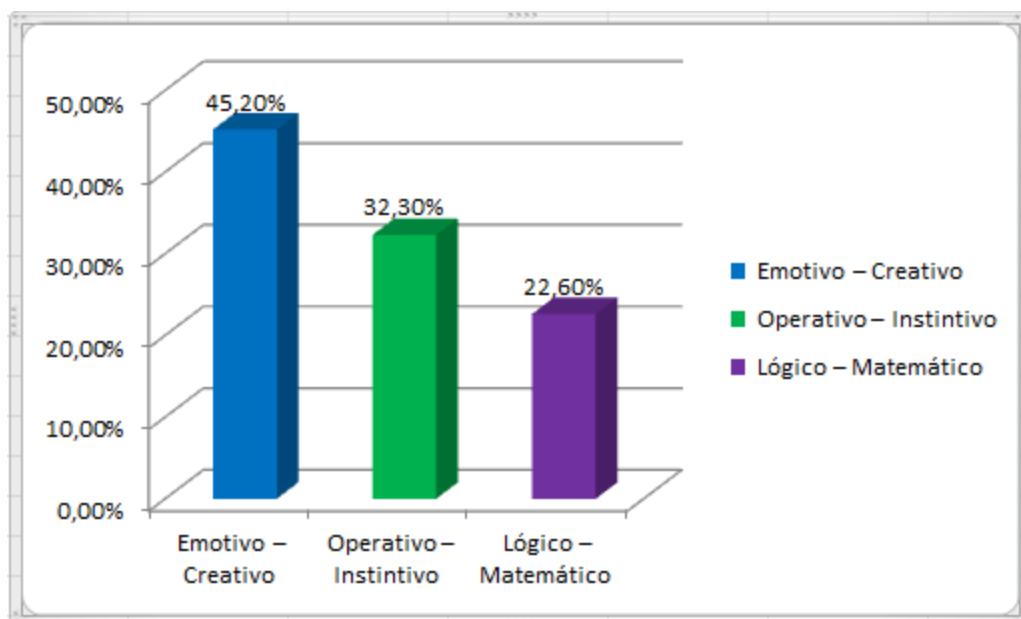


Gráfico 1. Estilos de aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa Rafael Uribe Uribe.

Fuente: propiedad del autor

En el gráfico se muestra que el 45,2 % (14 estudiantes) están ubicados en el cerebro central o Emotivo- Creativo, el 32,3 % equivalente a 10 estudiantes son cerebro derecho u Operativo-Instintivo y el 22,6 % de los estudiantes (7) presentan cerebro izquierdo o Lógico – Matemático, para un total de 31 estudiantes.

Al analizar los resultados arrojados por el test, se encuentra diversidad en los estilos de aprendizaje, siendo el emotivo-creativo el predominante entre los integrantes del grupo. Los resultados fueron tenidos en cuenta como factor determinante en la conformación de los equipos de trabajo, garantizando que en cada equipo hubiese presencia de los tres estilos de aprendizaje, aspecto que facilita el trabajo, ya que cada integrante se desempeña en un rol determinado según sus habilidades, destrezas y afinidades, para que a través del trabajo colaborativo se dé cumplimiento a las actividades propuestas y se alcancen de los objetivos planteados en la secuencia didáctica desarrollada posteriormente.

2.2 Diseño de los instrumentos

Se diseñaron y elaboraron una serie de instrumentos con el fin de dar cumplimiento a los objetivos específicos de esta investigación. Para la intervención en el aula, se diseñó y ejecutó una secuencia didáctica relacionada con la fijación biológica del Nitrógeno con énfasis en el proceso de la simbiosis entre bacterias y plantas leguminosas y su relación con la posible reducción del uso de fertilizantes industriales que son altamente contaminantes. Las actividades propuestas en la secuencia didáctica fueron planeadas utilizando los elementos propios de la resolución de problemas, como la comprensión de situaciones problemáticas, identificación de información relevante, identificación o diseño de rutas de solución, ejecución y verificación de la

mismas, dando paso al trabajo en equipo, la experimentación, búsqueda de información, autonomía, socialización del trabajo y principalmente al aprendizaje significativo.

Sin embargo, el propósito de la aplicación de la secuencia didáctica no es únicamente el aprendizaje de las temáticas abordadas, sino mejorar significativamente la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes, herramienta fundamental para desempeñarse adecuadamente en su entorno académico, social y cultural.

1. Cuestionario inicial (Pretest)

Este instrumento consta de tres preguntas de selección múltiple con única respuesta de las cuales se derivan otros cuestionamientos, que permiten identificar la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes del grado 11°B de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe. Las preguntas fueron tomadas de cuadernillos de pruebas Saber (2014) y de cuadernillos de la Universidad Nacional (2013), estas fueron adaptadas y validadas, con el objetivo de que el estudiante demuestre sus capacidades de analizar e interpretar información, diseñar rutas de solución, ejecutarlas y de verificar si el camino elegido es el correcto o debe ser replanteado.

Pregunta N° 1:

Análisis y comprensión del problema (identificación de la información relevante y necesaria, temas relacionados).

Pregunta N° 2:

Diseño de una ruta de solución para la situación problema y verificación de la misma (identificación de la temática relacionada).

Pregunta N° 3:

Diseño de una ruta de solución para la situación problema y verificación de la misma.

A continuación se presentan los cuestionarios inicial y final (pretest y posttest):



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA



**MAESTRÍA EN CIENCIAS
AMBIENTALES**

MACROPROYECTO: ECOLOGÍA MICROBIANA DEL SUELO

**APORTES DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA DEL ESTUDIO DE LA FIJACIÓN
BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO, EN LA CAPACIDAD DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
RAFAEL URIBE URIBE DE LA CIUDAD DE PEREIRA**

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS



CUESTIONARIO INICIAL

ESTUDIANTE: _____ **GRADO:** _____ **FECHA:** _____

**Institución Educativa Rafael Uribe Uribe. Grado 11°B
Esp. Beatriz Helena Pulgarín Chaparro**

CONTEXTO DE LA INSTITUCIÓN

La institución educativa Rafael Uribe Uribe, se encuentra ubicada en la zona urbana de la ciudad de Pereira, sus estudiantes del grado 11°B en sus clases del Química han identificado gran variedad de compuestos, su utilidad domestica e industrial y el impacto de su uso a diferentes escalas.



Los estudiantes reconocen a Risaralda como un departamento agrícola, de tradición cafetera, con posibilidad de diversidad de cultivos, lamentablemente existen algunas prácticas agrícolas inadecuadas, entre ellas el uso exagerado de fertilizantes nitrogenados, que han desencadenado el deterioro progresivo del suelo.

Al ser analizadas este tipo de situaciones en clase, los estudiantes se cuestionan acerca de la posibilidad de usar mecanismos alternos menos impactantes para suplir las deficiencias de nutrientes en el suelo y así evitar la utilización de fertilizantes industriales que son altamente contaminantes.

INDICACIONES:

Apreciado estudiante, a continuación usted encontrará una serie de preguntas que constan de un enunciado y cuatro opciones de respuesta, de las cuales sólo una es correcta, la cual usted deberá marcar con una “**x**” o encerrar en un **círculo**. Después de cada pregunta encontrará una serie de cuestionamientos acerca de cómo resolvió cada interrogante. Es muy importante responder de la manera más sincera y honesta posible.

1. El suelo en óptimas condiciones, presenta un adecuado flujo de nutrientes, entre ellos el Nitrógeno, que garantiza el crecimiento de plantas saludables como se muestra en la **imagen 1**. Sin embargo procesos como la erosión, el sobrecultivo o el arrastre por lluvias, retiran nutrientes del medio, disminuyendo la cantidad disponible para las plantas, así como se observa **en la imagen 2**.

IMAGEN 1	IMAGEN 2
	
Color verde intenso	Color amarillo
Altura apropiada	Poca altura
Desarrollo normal del follaje	Poco follaje
Floración abundante	Floración escasa

De acuerdo con las características descritas en la **imagen 2**, podría concluirse que el suelo donde se encuentra la planta, presenta problemas escasez de Nitrógeno, en ese caso la mejor forma de mejorar las condiciones del suelo seria:

- a. Adicionar fertilizantes sintéticos que podrían caer a fuentes hídricas
- b. Dejar que el suelo se regenere y el Nitrógeno se incorpore de forma espontánea por actividad volcánica
- c. Adicionar directamente microorganismos asociados al ciclo del Nitrógeno
- d. Sembrar plantas que sean fijadoras de nitrógeno.

De acuerdo con las características descritas en la **imagen 2**, podría concluirse que el suelo donde se encuentra la planta, presenta problemas escasez de Nitrógeno, en ese caso la mejor forma de mejorar las condiciones del suelo seria:

- e. Adicionar fertilizantes sintéticos que podrían caer a fuentes hídricas
- f. Dejar que el suelo se regenere y el Nitrógeno se incorpore de forma espontánea por actividad volcánica
- g. Adicionar directamente microorganismos asociados al ciclo del Nitrógeno
- h. Sembrar plantas que sean fijadoras de nitrógeno.

1.1. ¿Qué información utilizó para resolver el problema?

1.2. ¿Qué temas o conceptos recordó para resolver el problema?

Tema 1:

Tema 2:

Tema 3:

1.3 ¿Cómo puede verificar que la opción que eligió es la correcta? ¿Tiene algún procedimiento para demostrarlo? Escribalo.

2. La profesora Beatriz junto con los estudiantes de 11°B, realizaron un experimento de observación durante 7 semanas. Sembraron en suelos similares, a los cuales se le adicionó la bacteria *Rhizobium* (inoculación) a tres plantas: frijol (leguminosa), Maíz (gramínea) y Café (rubiácea), para determinar su capacidad de fijación de Nitrógeno en simbiosis con la bacteria presente. Los estudiantes de grado 11B para identificar cuál de las tres plantas, es mejor fijadora, deberán:

- a. Medir la altura de las plantas inoculadas y su cantidad de hojas al igual que las de sus pares, para establecer relaciones
- b. Observar la tonalidad del follaje y los tallos de las 3 plantas y establecer diferencias
- c. Observar si hay un sistema de raíces desarrollado e identificar si hay abundante nodulación
- d. Observar si hay cambios en la apariencia de medio de cultivo

2.1 ¿Qué temas o conceptos nuevos cree que necesita para resolver el problema?

2.2 Describa paso a paso cómo resolvió el problema (Puede usar dibujos, esquemas, narraciones, operaciones, procedimientos, diagramas):

2.3 ¿Cómo puede verificar que la ruta que escogió es la correcta? ¿Tiene algún procedimiento para demostrarlo? Escríbalo.

3. La Fijación biológica del Nitrógeno es posible a través de diferentes clases de microorganismos, unos actúan de forma libre y otros deben unirse a otros seres vivos para conseguirla. La simbiosis entre algunos tipos de plantas y un grupo específico de bacterias es un ejemplo claro, ya que las plantas que crecen en suelos carentes de este elemento (o con niveles muy reducidos) se ven beneficiadas por la fijación biológica realizada por las bacterias, y las plantas les brindan en sus raíces, un ambiente que los protege y nutre.

De acuerdo con la información anterior, si un agricultor desea elevar los niveles de Nitrógeno en el suelo de una de las parcelas de su finca, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud, lo más recomendado es:

- a. Sembrar gramíneas por su asociación con el *Azobacter*
- b. Sembrar plantas leñosas no leguminosas por su simbiosis con la *Frankia*
- c. Sembrar leguminosas por su simbiosis con la *Rhizobium*
- d. Inocular con la *Azospirillum* para que actúe de forma libre

3.1 ¿Qué temas o conceptos nuevos cree que necesita para resolver el problema?

3.2 Describa paso a paso cómo resolvió el problema (Puede usar dibujos, esquemas, narración, operaciones, procedimientos, diagramas):

3.3 ¿Cómo puede verificar que la ruta que escogió es la correcta? ¿Tiene algún procedimiento para demostrarlo? Escribalo.

¡Gracias!

2.3 Rejilla de valoración del pretest y postest

En la rejilla de valoración del pretest y postest se han establecido tres niveles de desempeño: bajo, medio y alto, en esta se asigna un valor a cada una de las respuestas de los estudiantes, de acuerdo con las cuatro dimensiones de la resolución de problemas (Análisis y comprensión del problema, diseño y planificación de la solución, exploración de rutas o caminos de solución y verificación de la solución), de manera que la sumatoria de los puntajes obtenidos, permite ubicar a cada estudiante en uno de los tres niveles de desempeño. (ANEXO 3)

2.4 Secuencia didáctica

A continuación se presenta el diseño de la secuencia didáctica y las actividades de evaluación desarrolladas en aproximadamente 8 semanas.

Tabla 3. Descripción de la secuencia didáctica basada en la resolución de problemas

SECUENCIA DIDÁCTICA LA FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO	
DOCENTE: Beatriz Helena Pulgarín Chaparro	
INSTITUCIÓN EDUCATIVA: Rafael Uribe Uribe	
GRADO: 11ºB	
ÁREA: Ciencias Naturales y educación ambiental	
MUNICIPIO: Pereira	DEPARTAMENTO: Risaralda
DURACIÓN: 7 semanas	
OBJETIVO GENERAL: Determinar el impacto del uso de una secuencia didáctica del estudio la fijación biológica del nitrógeno, en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de grado Undécimo de la Institución Educativa Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira.	
SEMANA 1: FASE EXPLORATORIA Sesiones 1 y 2: Planteamiento del problema y planeación de la ruta de acción	
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none">- Establece los temas y actividades requeridas para resolver el problema.- Diseña la ruta de acción y el cronograma de actividades para resolver la situación problema planteada.	
Actividades: <ul style="list-style-type: none">- Presentación al grupo del tema y la metodología a desarrollar, así como el objetivo de la misma.- Presentación del problema a resolver al finalizar el desarrollo de la secuencia didáctica- Trabajo en equipos para determinar los temas a desarrollar y las actividades a realizar para la posterior solución del problema.- Socialización del trabajo grupal y concertación de la temática y actividades a desarrollar- Realización del cronograma de actividades	
Evaluación: <ul style="list-style-type: none">- Se valora la participación y aportes hechos por cada equipo en la realización y organización del cronograma y el material entregado por el grupo.	

SEMANA 2: Introducción de nuevos conocimientos Sesiones 3: Nitrógeno en la naturaleza y su importancia en los seres vivos	
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none"> - Identifica las fuentes de Nitrógeno en la naturaleza - Reconoce y explica la importancia del Nitrógeno para los seres vivos 	
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Indagación de saberes previos - Trabajo en equipos (consulta en internet) para resolver las preguntas de la guía - Elaboración de presentación en power point y exposición del tema - Socialización y retroalimentación de las exposiciones - Elaboración de conclusiones 	
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> - Se valoran las exposiciones y los aportes entregados en la guía de trabajo y la participación en la socialización de los conceptos abordados. 	
SEMANA 3: Introducción de nuevos conceptos y experimentación Sesiones 4 y 5: Fijación de Nitrógeno y las plantas	
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none"> - Identifica las diferentes formas de fijación biológica de Nitrógeno - Reconoce los tipos de plantas fijadoras de Nitrógeno y como se evidencia dicho proceso. - Explica la importancia de los microorganismos presentes en el suelo en la fijación de Nitrógeno. 	
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de video "fijación de Nitrógeno en las plantas" - Trabajo en equipos para resolver cuestionario referente al video. - Práctica de Laboratorio: "Identificación de plantas fijadoras de Nitrógeno" - Elaboración de esquemas explicativos de la fijación biológica de Nitrógeno por bacterias - Socialización de los esquemas explicativos realizados en los equipos de trabajo. 	
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> - Material entregado del trabajo en equipos - Informe presentado sobre la práctica de laboratorio - Exposición de los esquemas explicativos realizados 	
Semana 4 : Experimentación Sesión 6 : Microorganismos fijadores de Nitrógeno	
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none"> - Identifica la nodulación radicular en plantas de frijol y habichuela - Observa e identifica las bacterias fijadoras de Nitrógeno (Rhizobium) al microscopio 	
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Practica de laboratorio: Nodulación en raíces de habichuela y frijol - Observación de bacterias (Rhizobium) al microscopio - Informe de la práctica 	
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> - Informe entregado por equipos de trabajo 	
SEMANA 5 : Introducción de nuevos conceptos Sesiones 7 y 8: El uso de Fertilizantes nitrogenados y sus efectos en el Ambiente	
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none"> - Comprende y explica el impacto económico, ambiental y social del uso de fertilizantes industriales en la agricultura 	

<ul style="list-style-type: none"> - Identifica algunas alternativas de fertilización amigables con el ambiente (ecofertilizantes, biofertilizantes), usadas en el pasado y que pueden ser retomadas en la actualidad.
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Lectura del texto “Agricultura en la antigüedad” - Indagación a padres, abuelos, familiares, amigos, vecinos, sobre las técnicas de agricultura utilizadas en la antigüedad y las creencias alrededor del tema, para responder las preguntas de la guía correspondiente. - Consultar sobre las técnicas de siembra y fertilización usadas por las personas del campo en el pasado en el país. - Conferencia de Ingeniera ambiental sobre fertilizantes industriales y los efectos negativos al ambiente y a la salud a causa de su utilización. - Socialización de la actividad realizada en casa - Debate sobre: “Qué es más importante para usted: ¿producir alimentos suficientes para la población que crece día a día o limitar la producción y uso de fertilizantes químicos para reducir el impacto ambiental?”
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> - Material entregado de las guías - Participación en el debate y conclusiones
<p style="text-align: center;">SEMANA 6: Introducción de nuevos conceptos Sesiones 9 : Ciclo del Nitrógeno, Ruta de un átomo de Nitrógeno</p>
Desempeños esperados: <ul style="list-style-type: none"> - Comprende y explica el comportamiento cíclico del Nitrógeno en el ecosistema. - Identifica las etapas del ciclo del Nitrógeno, especialmente la fijación del mismo.
Actividades: <ul style="list-style-type: none"> - Proyección de video y anotación de las ideas principales del video - Análisis de la imagen del ciclo del Nitrógeno y explicación de la misma (trabajo en equipo) - Solución de la siguiente situación: ¿Qué pasos sigue un átomo de nitrógeno que se encuentra en forma de N_2 en la atmósfera hasta que llega al músculo de un ciervo? - Socialización y conclusiones.
Evaluación: <ul style="list-style-type: none"> - Material entregado por los equipos de trabajo - Participación en la socialización del tema
<p style="text-align: center;">Semana 7: Resolución de problemas Sesión 10 y 11: Evaluación integral</p>
Propósito: <ul style="list-style-type: none"> - Determinar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de undécimo grado de la I.E. Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira, después de la intervención en el aula con la secuencia didáctica del estudio la fijación biológica del nitrógeno.
<p style="text-align: center;">DESCRIPCIÓN DE LA EVALUACIÓN FORMATIVA (Situación problema)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la situación problema planteada al inicio de la secuencia didáctica, a la cual deberán dar solución aplicando las 4 dimensiones de la resolución de problemas. - Aplicación del postest.

Fuente: propiedad del autor

2.5 Trabajo de campo y recolección de la información

La intervención en el aula fue realizada durante 8 semanas, tiempo durante el cual se desarrolló la secuencia didáctica acerca del estudio de la fijación biológica del Nitrógeno; la secuencia fue diseñada teniendo en cuenta las 4 dimensiones de la resolución de problemas determinada por el problema descrito a continuación:

Planteamiento del problema

Los suelos de nuestro país, presentan carencias de nutrientes por diversos motivos entre los cuales pueden encontrarse el elevado número de cosechas, los monocultivos u otros. Si durante varias cosechas no enriquecemos el suelo, cada nueva planta tratará de absorber sus nutrientes e irá empobreciendo el suelo. Otro motivo de la carencia de nutrientes es cuando nos encontramos con suelos arenosos que se combinan con meteorología lluviosa, ya que las lluvias arrastran parte del suelo y lo van desgastando y deteriorando.

Esta necesidad de enriquecer los suelos con los nutrientes suficientes lleva a proponer soluciones entre las cuales se encuentra el uso de fertilizantes industriales, cuyo impacto en el ambiente y en la salud humana es muy negativo.

De acuerdo con lo anterior, un agricultor que encuentra deficiencias de Nitrógeno (macronutriente esencial para las plantas y demás seres vivos) en el suelo de una de las parcelas de su finca, requiere encontrar la medida más adecuada para elevar los niveles de este elemento, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud.

1. ¿Cuál sería la recomendación que usted le daría al agricultor para solucionar el problema?

2. Si posteriormente a la explicación dada al agricultor sobre la técnica que debe utilizar, él le pregunta que es la fijación biológica de Nitrógeno y qué relación tienen las bacterias y las plantas leguminosas con dicho proceso, ¿Cómo se lo explicaría?

La secuencia didáctica entonces, tiene como propósito acercar al estudiante a nuevos conocimientos sobre el ciclo del Nitrógeno, específicamente sobre su fijación biológica, los organismos y plantas que participan en el proceso y la alternativa que representa para reemplazar los fertilizantes industriales y a su vez desarrollar la capacidad de afrontar y resolver problemas como se presenta en la siguiente descripción:

SEMANA 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PLANEACIÓN DE LA RUTA DE ACCIÓN

Desempeños esperados:

- Establece los temas y actividades requeridas para resolver el problema.

SEMANA 2: NITRÓGENO EN LA NATURALEZA Y SU IMPORTANCIA EN LOS SERES VIVOS

Desempeños esperados:

- Identifica las fuentes de Nitrógeno en la naturaleza
- Reconoce y explica la importancia del Nitrógeno para los seres vivos

Sesión 3:

Se inicia la sesión con la entrega de la guía de trabajo que empieza con el siguiente enunciado: *¿Para qué necesitan las plantas y los animales el Nitrógeno?*, organizados en equipos, se les solicita que lean la pregunta y discutan sobre las posibles respuestas, y que planteen otras preguntas que conlleven a contestar acertadamente la pregunta inicial.

Posteriormente se socializan los trabajos de cada equipo y se eligen las preguntas y temas a consultar para resolver la pregunta problema.

En la sala de sistemas por equipos, los estudiantes se disponen a realizar las consultas respectivas sobre los temas que les permitan resolver los interrogantes propuestos, consignando la información en sus guías, se les solicita que para presentar sus resultados elaboren una presentación en Power Point y preparen una exposición para el resto de sus compañeros.

Seguidamente cada equipo expone los temas correspondientes, resolviendo los cuestionamientos, se toman los apuntes respectivos, al terminar las intervenciones de cada equipo se socializan los trabajos, el docente aclara las dudas y con la participación de los estudiantes escribe en el tablero las conclusiones del trabajo realizado, se responde la pregunta motivadora y le solicita a cada grupo que realice en un pliego de papel bond, un dibujo o esquema que represente la explicación.

SEMANA 3: FIJACIÓN DE NITRÓGENO Y LAS PLANTAS

Desempeños esperados:

- Identifica las diferentes formas de fijación biológica de Nitrógeno
- Reconoce los tipos de plantas fijadoras de Nitrógeno y como se evidencia dicho proceso.
- Explica la importancia de los microorganismos presentes en el suelo en la fijación de Nitrógeno.

Sesión 4: Fijación de Nitrógeno en las plantas

Este momento inicia con la proyección de un video “fijación de Nitrógeno en plantas”, disponible en este link: <https://www.youtube.com/watch?v=bUN936FJCVE&t=120s>, en el que se explica el proceso ya mencionado.

Visto el video, el docente motiva a los estudiantes para que aporten ideas generales de lo observado, después en sus respectivos equipos de trabajo deberán responder las preguntas de la guía.

Al finalizar se les solicita a los estudiantes como trabajo extra clase que consulten en diferentes fuentes (internet, padres, abuelos, familiares, vecinos, artículos científicos, entre otros), sobre tipos de plantas fijadoras de Nitrógeno y presentar un informe sobre la consulta.

Cada equipo debe elegir dos plantas diferentes que deberán llevar a la siguiente sesión con el fin de realizar la fase de experimentación propuesta en cronograma de actividades, además de los materiales necesarios para realizar la práctica.

Sesión 5: Fijación de Nitrógeno en algunos tipos de plantas

Se inicia con la adecuación de las mesas de trabajo, para lo cual deben tener guantes, lupas, bisturí, cámara para realizar el registro fotográfico y la guía de trabajo, donde deben recolectar toda la información y las observaciones realizadas durante la práctica.

Para este momento el docente dispone las plantas que los estudiantes han llevado, entre las cuales se encuentran las siguientes: café, guamo, mango, trébol rojo, tomate, frijol, maíz, maní forrajero, aguacate, cebolla, espinaca, cada una rotulada con su nombre para evitar confusiones.

Posteriormente, cada equipo elige cuatro plantas y describe su altura, cantidad y calidad de follaje, luego retiran la porción de suelo donde están sembradas para observar su sistema radicular, con ayuda de la lupa, identifican el tipo de raíz, su nodulación (abundante, escasa o ausente) que es la evidencia de la fijación de Nitrógeno.

Paralelamente deben completar las cuestiones que aparecen en la siguiente tabla de acuerdo con las observaciones realizadas y consultar la información que se relaciona en la misma:

Nombre de la planta	Características		
	<i>Familia a la que pertenece</i>	<i>Características de la planta</i>	<i>Descripción de las raíces (Nodulación)</i>
<i>Nombre científico</i> _____ <i>Nombre común</i> _____			
<i>Nombre científico</i> _____ <i>Nombre común</i> _____			
<i>Nombre científico</i> _____ <i>Nombre común</i> _____			

<i>Nombre científico</i> _____			
<i>Nombre común</i> _____			

Finalmente se intercambia el material fotográfico entre los diferentes equipos, para que cada grupo realice el análisis respectivo y concluyan si todas las plantas trabajadas o cuales de ellas son fijadoras de Nitrógeno.

Como trabajo extra clase los estudiantes deben resolver el cuestionario de la guía de trabajo.

SEMANA 4: MICROORGANISMOS FIJADORES DE NITRÓGENO

Desempeños esperados:

- Identifica la nodulación radicular en plantas de frijol y habichuela
- Observa y describe las bacterias fijadoras de Nitrógeno (*Rhizobium*) al microscopio

Sesión 6:

Se inicia con la socialización de las respuestas del cuestionario de la sesión anterior, el docente con la participación del grupo realiza las conclusiones pertinentes, y prosigue con la lectura: **“Organismos Fijadores de Nitrógeno”**.

Se da paso a la disposición de las mesas y materiales de trabajo, para lo cual deben tener guantes, lupas, bisturí y la guía de trabajo, donde deben recolectar toda la información y las observaciones realizadas durante la práctica. Previamente se han llevado plantas de frijol y habichuela (fijadoras), con el fin de observar su nodulación radicular y evidenciar la presencia de bacterias (*Rhizobium*).

Cada equipo con ayuda de las lupas observan las raíces de las plantas, tratando de identificar los nódulos y las características de los mismos, mientras uno de los integrantes toma los apuntes respectivos y dibuja lo observado.

Seguidamente con ayuda del bisturí y las pinzas, se toma uno de los nódulos para realizar una incisión y para extraer material del nódulo y ponerlo en los portaobjetos para observar al microscopio, de nuevo se hacen las anotaciones respectivas y los dibujos de lo observado.

SEMANA 5: EL USO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS Y SUS EFECTOS EN EL AMBIENTE

Desempeños esperados:

- Comprende y explica el impacto económico, ambiental y social del uso de fertilizantes industriales en la agricultura

- Identifica algunas alternativas de fertilización amigables con el ambiente (ecofertilizantes, biofertilizantes, usadas en el pasado y que pueden ser retomadas en la actualidad.
- Explica la importancia de proteger el suelo como recurso indispensable para la vida y como fuente de alimento.

Sesión 7: Agricultura ancestral

Se inicia con la pregunta motivadora: ***Justifique su respuesta. Qué es más importante para usted: ¿producir alimentos suficientes para la población que crece día a día o limitar la producción y uso de fertilizantes químicos para reducir el impacto ambiental,*** el docente genera un espacio de discusión sobre el tema, las consecuencias de la sobrepoblación y si es posible retomar las prácticas agrícolas que utilizaban nuestros antepasados y si serían suficientes para producir alimento para la población mundial.

Posteriormente realiza la lectura: **“Agricultura ancestral”**, donde se mencionan como era la agricultura en otros tiempos y las creencias que tenían frente a las técnicas, los tiempos de siembra, las semillas a sembrar, la importancia de cultivar sus propios alimentos, es decir, el uso de **la huerta**, y como utilizaban los desechos para abonar.

Al finalizar se plantea la actividad extra clase de indagar entre sus padres, abuelos, familiares o vecinos sobre que técnicas de cultivo utilizaban, que abonos naturales usaban y creencias alrededor de la agricultura de la época.

En el siguiente encuentro, por equipos socializan las respuestas de la actividad y se responde la pregunta motivadora con la participación del grupo, se escriben las conclusiones respectivas y se entrega el material.

Sesión 8: La producción y uso de fertilizantes Industriales

Inicia con una lectura de introducción, para acercar a los estudiantes a la importancia de los nutrientes en el suelo para las cadenas tróficas, se motiva la discusión sobre la degradación del suelo a causa de su uso inadecuado y la necesidad cada vez mayor de la utilización de fertilizantes industriales para suplir las deficiencias de nutrientes.

A continuación y como parte del cronograma de actividades, se realiza una charla con una ingeniera ambiental, sobre los fertilizantes nitrogenados más utilizados, las desventajas del uso de fertilizantes químicos, y posibles alternativas ecológicas para abastecer de Nitrógeno los suelos pobres en este nutriente esencial, especialmente la fijación de Nitrógeno por medio de plantas leguminosas y bacterias fijadoras.

Al finalizar los equipos resuelven el cuestionario de la guía, y como actividad extra clase se les solicita consultar varios artículos científicos sobre investigaciones realizadas con plantas leguminosas, para determinar cuáles son las que tienen mejor rendimiento de fijación de nitrógeno, los factores que influyen en el proceso y las técnicas para realizarla adecuada y eficientemente.

Se entrega ficha técnica de la consulta y se socializa el trabajo.

SEMANA 6: CICLO DEL NITRÓGENO (FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO)

Desempeños esperados:

- Comprende y explica el comportamiento cíclico del Nitrógeno en la naturaleza.
- Identifica las etapas del ciclo del Nitrógeno, especialmente la fijación del mismo.

Sesión 9:

Ciclo del Nitrógeno: Ruta de un átomo de Nitrógeno

Este momento inicia con la proyección de los videos “*ciclo del Nitrógeno*” disponibles en los siguientes links:

https://www.youtube.com/watch?v=OZ55_CbkIjY

<https://www.youtube.com/watch?v=M9qXzLnBY40>

Finalizados los videos se motiva a comentar las ideas generales del tema e identificar las sustancias químicas mencionadas y sus respectivas formulas químicas.

Se les solicita reunirse en sus equipos de trabajo para consignar en la guía las ideas principales del texto y posteriormente en papel bond, representar el ciclo del nitrógeno de manera creativa, (dibujo, esquema, mapa conceptual u otro), para exponerlo a los demás compañeros de grupo.

Seguidamente se entrega a cada equipo la guía de trabajo correspondiente y el docente hace la pregunta motivadora: *¿Qué pasos sigue un átomo de nitrógeno que se encuentra en forma de N_2 en la atmósfera hasta que llega al músculo de un ciervo?*, se motiva a la participación para indagar sobre las ideas que poseen los estudiantes después de haber desarrollado la mayor parte de la secuencia y se retroalimenta.

Posteriormente se les solicita que con ayuda de los videos vistos y la imagen tomada del siguiente link: <https://sites.google.com/a/uji.es/webquest---ciclos-biogeoquímicos>, redacten un párrafo explicativo para dar respuesta a pregunta motivadora. Incluya en su respuesta el nombre de los procesos que intervienen y la forma en que el nitrógeno va pasando por los diferentes pasos del ciclo (nitrato, nitrógeno atmosférico,...).

El párrafo debe ser presentado al resto del grupo para retroalimentación por parte del docente y se elige el mejor.

Como trabajo extra clase se les solicita elaborar modelos de las moléculas nitrogenadas que van apareciendo durante el ciclo del Nitrógeno (N_2 , Amonio, amoniaco, nitritos, nitratos).

SEMANA 7: EVALUACIÓN INTEGRAL

Propósito:

- Determinar la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes de undécimo grado de la I.E. Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira, después de la intervención en el aula con la secuencia didáctica del estudio la fijación biológica del nitrógeno.

Sesión 10: Evaluación Final de la secuencia didáctica. (ANEXO 4)

Los estudiantes en sus respectivos equipos, han desarrollado la secuencia didáctica y paralelamente han diseñado y ejecutado una ruta de solución del problema planteado al inicio del proceso, en este momento cada equipo presenta la solución que ha dado al problema, respondiendo los siguientes interrogantes:

...De acuerdo con lo anterior, un agricultor que encuentra deficiencias de Nitrógeno (macronutriente esencial para las plantas y demás seres vivos) en el suelo de una de las parcelas de su finca, requiere encontrar la medida más adecuada para elevar los niveles de este elemento, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud.

Se presentan a continuación dos situaciones que resolver frente al caso del agricultor:

- 1. ¿Cuál sería la recomendación que usted le daría al agricultor para solucionar el problema?**
 - 1.1 Describa el paso a paso de cómo debe hacerlo
 - 1.2 ¿Qué conocimientos se necesitan para hacerlo?
 - 1.3 ¿Cómo verificaría si su recomendación es la adecuada?

- 2. Si posteriormente a la explicación dada al agricultor sobre la técnica que debe utilizar, él le pregunta qué es la fijación biológica de Nitrógeno y qué relación tienen las bacterias y las plantas leguminosas con dicho proceso, ¿Cómo se lo explicaría?**
 - 2.1 Describa el paso a paso de cómo lo haría
 - 2.2 ¿Qué conocimientos necesita para hacerlo?
 - 2.3 ¿Cómo verificaría si su explicación es correcta?

Sesión 11: Instrumento final

El cuestionario final diseñado, se aplicó después de 5 semanas de haber terminado la intervención en el aula con la secuencia didáctica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Boletín FUNDESYRAM, (2016). Editorial, saberes y prácticas ancestrales en agricultura orgánica. Edición N° 63, Mayo, 2016.

Ferraris, G. N., G. Gonzalez Anta, Díaz Zorita M. - Aportes actuales y futuros de tratamientos biológicos sobre la nutrición nitrogenada y producción de soja en el cono sur. Paper, EEA INTA Pergamino, Argentina. 2006. 4 págs.

Reca, L. G. – Aspectos del desarrollo agropecuario argentino 1875-2005. Publicación informativa. Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Argentina. 2006. 48 págs.

Ciclos biogeoquímicos, disponible en:
http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/CIENCIAS_7_B2_S3_DOC.pdf

<https://sites.google.com/a/uji.es/webquest---ciclos-biogeoquimicos/3-proceso/actividad-2-ciclo-del-nitrogeno>

Fijación de Nitrógeno en plantas, disponible en:
<https://www.youtube.com/watch?v=bUN936FJCVE&t=120s>

Ciclo del Nitrógeno disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=OZ55_CbkIjY

Ciclo del Nitrógeno disponible en : <https://www.youtube.com/watch?v=M9qXzLnBY40>

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS: (ANEXO 5)

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la intervención en el aula con los estudiantes del grado 11°B de la I.E. Rafael Uribe Uribe de la ciudad de Pereira, que se desarrollaron en tres momentos como se presenta a continuación:

El análisis estadístico corresponde a los resultados de la capacidad de resolución de Problemas de los 31 estudiantes del grado 11°B de la I.E. Rafael Uribe Uribe, antes de iniciar la intervención en el aula, mediante la aplicación de un cuestionario inicial (pretest), que fue tomado como punto de referencia para el diseño y elaboración de la secuencia didáctica. Seguidamente se muestran aspectos generales de las actividades realizadas durante el desarrollo de la secuencia didáctica **FIJACIÓN BIOLÓGICA DEL NITRÓGENO**, en tercera instancia, se muestra el análisis del cuestionario final (postest), sobre la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes después de la intervención en el aula con la secuencia didáctica.

Por último se realiza la comparación de los datos obtenidos en el pretest y postest, lo que permite determinar la incidencia de la secuencia didáctica en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes del grupo de estudio.

3.1 Pretest

La información recolectada en el cuestionario inicial determina la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes antes de la intervención en el aula. Los datos obtenidos fueron tabulados de acuerdo con valores establecidos en la rejilla de valoración (**ANEXO 2**), de manera que el puntaje obtenido por cada estudiante lo ubica en uno de estos tres niveles: **BAJO**, **MEDIO** o **ALTO** (**Tabla N° 4**), de acuerdo con las características de cada dimensión de la resolución de problemas (Análisis e interpretación del problema, diseño de una ruta de solución, ejecución de la ruta y verificación de la ruta).

Tabla 4. Niveles de valoración dimensiones de la resolución de problemas

NIVELES DE VALORACION DE LOS ESTUDIANTES		
NIVEL	PUNTAJE OBTENIDO	CARACTERÍSTICAS
ALTO	18 o más	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lee detenidamente el enunciado y da posibles las interpretaciones del mismo. ➤ Identifica claramente lo que se pide, reconoce y escribe los datos, las incógnitas y las condiciones previstas en los apartados del problema. ➤ Identifica los conceptos o temas que están implicadas en la resolución. ➤ Establece la nueva información necesaria que le permita diseñar y planear una o varias rutas de solución. ➤ Ejecuta la ruta de solución ➤ Establece o verifica si el camino elegido es el único y el más apropiado.
MEDIO	9-17	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifica la incógnita del problema y alguna información y trata de utilizarla para resolver el problema. ➤ Relaciona algunos temas o conceptos con la solución el problema. ➤ Propone algunas ideas de cómo resolver el problema, planificación, diseño, pero no verifica la solución del mismo.
BAJO	0-8	<p>El estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Lee el enunciado y da posibles ideas pero no lo interpreta adecuadamente. ➤ No identifica claramente lo que se pide, reconoce y escribe los datos, las incógnitas, pero no establece condiciones en los apartados del problema. ➤ Identifica algunos conceptos o temas que están implicados en la resolución del problema. ➤ No relaciona nueva información que le permita diseñar y planear una o varias rutas de solución. ➤ No diseña, ni ejecuta una ruta de solución ➤ No tiene un camino o ruta para verificar la solución del problema.

Fuente: propiedad del autor

El análisis se realizó en Excel, software estadístico que permitió calcular los promedios de los puntajes obtenidos por cada estudiante, así como las medidas de tendencia y el porcentaje de la muestra que se encuentran en cada nivel de las dimensiones de resolución de problemas.

A continuación se muestran los porcentajes de los niveles de la resolución de problemas:

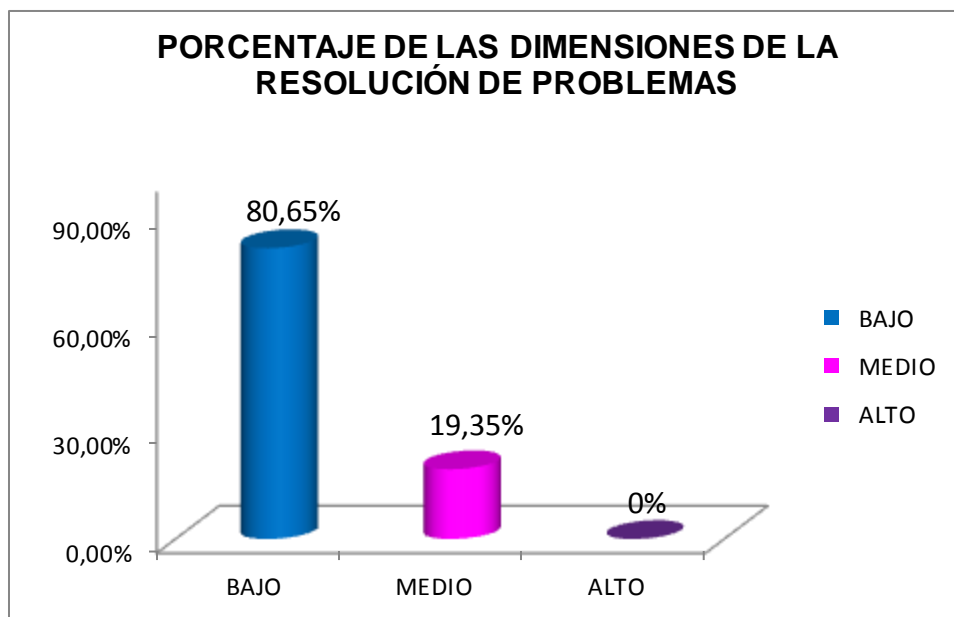


Gráfico 2. Niveles de las dimensiones de la resolución de problemas en el cuestionario inicial.
Fuente: propiedad del autor

El gráfico dos (2) permite evidenciar que de los 31 estudiantes que participaron del cuestionario propuesto, el 80,65% se encuentra en nivel bajo, indicando esto que la mayoría no comprenden, ni analizan el problema y tampoco identifican la información relevante del mismo, no relacionan información nueva con la solución, por lo tanto, no pueden planificar y explorar rutas de solución.

El 19,35% (6 estudiantes), se ubica en nivel medio, es decir, que identifican la incógnita y algunos datos importantes, proponen algunas ideas sobre cómo resolver el problema, sin diseñar una ruta clara, sin embargo tienen dificultades para relacionar conceptos y temas relacionados con la solución y no es posible entonces, que verifiquen si la solución es correcta; mientras que se nota la ausencia de estudiantes en nivel alto de resolución de problemas, indicando carencia de elementos propios de la resolución de problemas, poseen dificultades con el diseño y ejecución de una ruta de solución y la verificación de la misma.

En el gráfico 3 se recopilan los resultados del pretest para cada uno de los estudiantes de 11°B, y se comparan con la media del grupo:



Gráfico 3. Media de los resultados del cuestionario inicial aplicado a 31 estudiantes de la I.E. Rafael Uribe Uribe.

Fuente: propiedad del autor

De acuerdo con los resultados del pretest (gráfico 3), se observa que el puntaje medio del grupo fue de 5,61 puntos, ubicado en el nivel bajo según los criterios de valoración, si se comparan los puntajes obtenidos por cada estudiante con la media, se muestra que el 48,39% (15 estudiantes), se encuentran debajo del promedio. Así mismo el 51,61% de la población (16 estudiantes), se encuentra por encima de la media, de los cuales solo seis estudiantes alcanzan el nivel medio y ninguno en el nivel alto en la categoría resolución de problemas. Estos resultados indican que un alto porcentaje de los estudiantes, presentan profundas dificultades para comprender un problema, así como para planificar y diseñar una o varias rutas de solución, por consiguiente no es posible la verificación de la misma. Solo un pequeño porcentaje de estudiantes analiza e identifica la situación problema, reconoce datos y propone ideas no muy claras de cómo resolverlo, elementos básicos de la resolución de problemas.

Portoles y López (2005), afirman que los estudiantes que poseen mayor conocimiento previo sobre el tema del problema, mayor cantidad de conceptos y relaciones entre ellos, son los que mejor lo resuelven, desarrollan mayor habilidad de razonamiento.

Consecuentemente con lo anterior, se percibe que en los estudiantes en esta instancia del proceso, no existe un procesamiento y relación entre el problema y la información presentada en el mismo, existe ausencia de interpretación, no hay uso de los pre saberes existentes, y por lo no hay procesamiento e información y aportes importantes a la solución del problema.

De acuerdo con lo anterior se hace necesaria la intervención en el aula con la secuencia didáctica sobre la fijación biológica de Nitrógeno basada en la resolución de problemas. Esta ha sido diseñada articulando una serie de elementos y actividades que el docente orienta y donde el estudiante busca estrategias, utiliza su creatividad para hallar información, crear modelos,

comparar situaciones, y así enfrentar problemas verdaderos y diseñar posibles caminos de solución, aquí el estudiante es autónomo para ejecutar su ruta de solución y ejercer autocontrol para chequear su trabajo y corregir si es necesario. Esta categoría aleja al estudiante de repetir algoritmos para solucionar ejercicios de manera mecánica, lo ubica en su contexto y le exige utilizar sus estructuras cognitivas profundas.

3.2 Resultados de la Intervención en el aula

La secuencia didáctica fue planteada según la necesidad de implementar prácticas innovadoras en el aula, de acuerdo con los resultados obtenidos en el cuestionario inicial y atendiendo a los objetivos propuestos en esta investigación, se procede a diseñar y ejecutar la secuencia ***“Fijación biológica del Nitrógeno”***, como se mencionó en la metodología, se proponen una serie de actividades enmarcadas en potencializar cada una de las dimensiones de la resolución de problemas.

Cada sesión de la secuencia didáctica fue planeada en torno a un problema real del contexto cafetero de nuestra región y relacionada con la fijación biológica del Nitrógeno, que debía ser resuelta al finalizar el proceso. Las temáticas, actividades y prácticas de la secuencia fueron elegidas por los estudiantes con la orientación del docente, siempre con la tendencia al trabajo autónomo para buscar las fuentes de información, los recursos necesarios, y complementado con el trabajo colaborativo en las prácticas, en la solución de las actividades de las guías, exposiciones, y culminando las sesiones con la socialización y las conclusiones generales para afianzar la comprensión de los conceptos y temáticas abordados. Cabe resaltar, que los estudiantes siempre debían determinar cómo, dónde y qué debían buscar, para avanzar en los procesos.

A continuación se muestra la primera actividad de la secuencia, donde se le presentó a los equipos de trabajo la situación problema, con el fin de que identificaran el problema, los datos relevantes y sugirieran los temas y actividades que se requiere saber para hallar la ruta de solución.

Planteamiento de la situación problema

Los suelos de nuestro país, incluidos los risaralcenses, pueden sufrir carencias de nutrientes por diversos motivos. En el caso de la agricultura podría ser por un elevado número de cosechas, los monocultivos u otros. Si durante varias cosechas no enriquecemos el suelo, cada nueva planta tratará de absorber sus nutrientes e irá empobreciendo el suelo. Otro motivo de suelos con carencia de nutrientes es cuando nos encontramos con suelos arenosos que se combinan con meteorología lluviosa. Las lluvias arrastran parte del suelo y lo van desgastando y deteriorando.

Esta necesidad de enriquecer los suelos con los nutrientes suficientes, hace que la principal solución sea la utilización de fertilizantes industriales, cuyo impacto en el ambiente y en la salud humana es muy negativo.

De acuerdo con lo anterior, un agricultor que encuentra deficiencias de Nitrógeno (macronutriente esencial para las plantas y demás seres vivos) en el suelo de una de las parcelas de su finca, requiere encontrar la medida más adecuada para elevar los niveles de este elemento, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud.

Si usted tuviera la responsabilidad de explicarle al agricultor los procesos de fijación de Nitrógeno y las consecuencias del uso de fertilizantes industriales, ¿cómo lo haría? y además debe orientarlo sobre la decisión que debe tomar, ¿Cuál sería su recomendación para solucionar el problema?

ACTIVIDAD:

1. Del texto anterior, identifique y describa específicamente la situación problema planteada.

A través del aumento de cosechas se deteriora el suelo debido a que los agricultores aceleran sus cosechas a través del uso excesivo de fertilizantes ya que la cantidad de nutrientes se reduce debido a la cantidad de cultivos. Se le explicará al agricultor el daño provocado por la fijación del nitrógeno y el abuso de los fertilizantes.

2. Realice una lista de los temas que usted cree que se requieren conocer para solucionar la situación problema.

- De donde proviene el nitrógeno
- que plantas o seres vivos fijan nitrógeno
- Importancia ambiental de los fertilizantes
- Contaminación de los suelos
- Tipos de plantas que relacionan con nitrógeno
- Funcionamiento del nitrógeno en las plantas

3. ¿Cuáles cree usted que son las fuentes donde podría encontrar la información necesaria para resolver la situación problema?

- Revistas Ecológicas
- Información en internet (videos)
- Libros
- profesores y expertos en el tema
- agricultores

Ilustración 1. Actividad integradora de la secuencia Didáctica

En el desarrollo de las actividades enfocadas a la resolución de problemas, se evidencia una tendencia de los estudiantes a tratar la información de manera superficial. Tamayo (2011), considera que para resolver adecuadamente un problema es necesario que el estudiante vaya más allá de aprender el simple concepto. Si los estudiantes no analizan adecuadamente la información planteada en el problema, presentan muchas dificultades para interpretarla y relacionarla con los temas y conceptos presentados en las clases, por lo tanto, no proponen ni desarrollan alguna estrategia para su resolución, así como tampoco, establecen conclusiones y respuestas acordes con el contexto del mismo; ya que mucha de la información vista en clase es fácilmente olvidada por ellos.

Finalizada la intervención en el Aula, algunos los estudiantes presentaron alcances importantes, ya que lograron plantear alternativas de solución a la situación problema, así como rutas de verificación, después de un recorrido por sus pre saberes, experiencias en el laboratorio, charlas con expertos, indagación con familiares y amigos sobre sus conocimientos en los temas de la secuencia, los estudiantes tuvieron avances significativos en comprensión e interpretación, identificación de información importante y relación del problema con temas o conceptos específicos. Además, algunos de ellos presentaron progreso en sus procesos argumentativos, apropiación del lenguaje cognitivo lingüístico propio de la asignatura, uso de múltiples representaciones, resolución de problemas auténticos (Schoenfeld, 1992).

Se puede observar en la siguiente ilustración, el resultado de dos estudiantes que alcanzaron desempeño alto, ya que lograron resolver el problema planteado, proponer rutas de solución, verificación y además lograron argumentar y apropiarse de los conceptos relacionados con la fijación biológica del Nitrógeno. Cabe anotar que durante el desarrollo de las actividades, ellos adquirieron la capacidad de reconocer sus fortalezas y debilidades a mejorar, es decir, autorregularse y autoevaluarse, factores determinantes en el aprendizaje (Sanmartí, 2008).

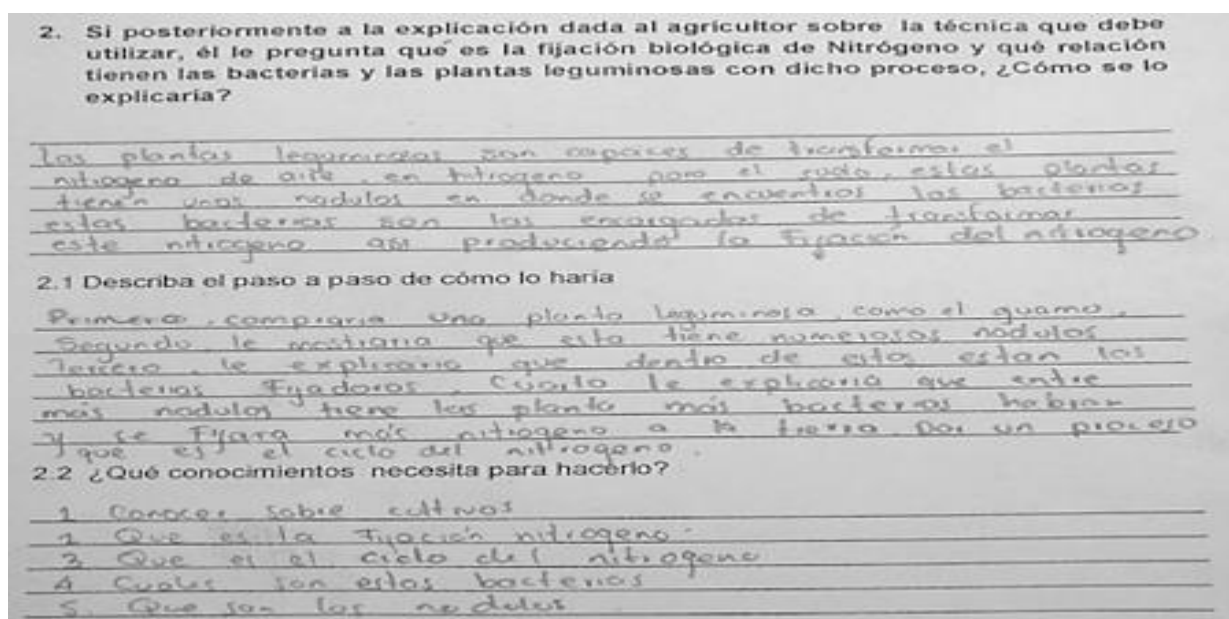


Ilustración 2. Nivel alto en resolución de problemas

3.3 Postest

El cuestionario final fue aplicado 5 semanas después de haber culminado la intervención en el aula, su contenido es el mismo del cuestionario inicial que se aplicó 3 meses atrás. Los resultados obtenidos respecto a las dimensiones de la resolución de problemas se presentan a continuación:

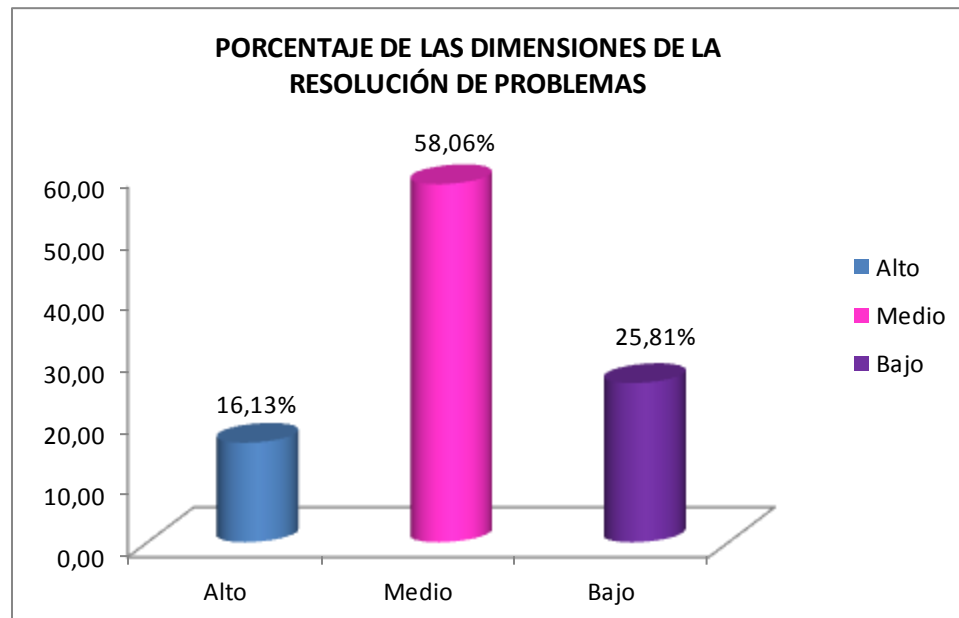


Gráfico 4. Niveles de las dimensiones de la resolución de problemas en el cuestionario final.

Fuente: propiedad del autor

El gráfico 4 muestra los resultados obtenidos en el cuestionario final, fueron tabulados de manera similar al cuestionario inicial y de acuerdo con valores establecidos en la rejilla de valoración, el puntaje obtenido por cada estudiante, lo ubica en uno de estos tres niveles: **BAJO**, **MEDIO** o **ALTO** (Tabla N° 4), conforme a las características de cada dimensión de la resolución de problemas.

El gráfico anterior muestra la distribución de los 31 estudiantes que resolvieron el cuestionario final en los niveles ya mencionados, el 25,81% equivalente a 8 estudiantes, se ubican en nivel bajo, es decir, que estos estudiantes no logran comprender ni analizar el problema, tampoco identificar información relevante del mismo, por lo tanto, no contestan acertadamente o lo hacen sin planear y explorar rutas de solución.

En nivel medio se encuentran 18 estudiantes (58,06%), aquí ellos logran identificar y comprender la incógnita y algunos datos importantes del enunciado, relacionan algunos temas o conceptos con la solución, exponen algunas ideas sobre cómo resolver el problema, lo que permite que contesten acertadamente, aunque sin diseñar una ruta clara de solución y no es posible verificar si la ruta y la respuesta son correctas.

El 16,13% (5 estudiantes), se encuentran en nivel alto, estos estudiantes desarrollan las dimensiones propias de la resolución de problemas, contestan acertadamente, además pueden diseñar y ejecutar una ruta de solución y verificarla.

Los resultados del cuestionario final reflejan un aumento considerable en el nivel medio y algunos estudiantes alcanzaron el nivel alto. A continuación se presentan los resultados del postest aplicado a los estudiantes de 11°B y se comparan con la media del grupo:



Gráfico 5. Media de los resultados del cuestionario final aplicado a 31 estudiantes de la I.E. Rafael Uribe Uribe.

Fuente: propiedad del autor

El grafico 5 muestra que el puntaje medio obtenido por los 31 estudiantes de 11°B es de 12,68 puntos, según los criterios de valoración, se encuentra ubicada en el nivel medio de la categoría resolución de problemas.

Al comparar los puntajes obtenidos por cada estudiante con la media del grupo 12,68 puntos, se evidencia que el 51,61% (16 estudiantes), se encuentran por encima de la media y el 48,39% restante (15 estudiantes), se ubican por debajo del promedio obtenido en el postest, resaltando la presencia de estudiantes en nivel alto, situación que no se presentó en los resultados del pretest.

3.4 Comparativo Pretest – Postest

Una vez finalizado el análisis individual de los resultados del pretest y postest, se procede a compararlos estadísticamente, para determinar la incidencia de la secuencia didáctica del estudio de la fijación biológica del Nitrógeno, en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes del grupo de estudio, dando cumplimiento a uno de los objetivos de este trabajo.

A continuación se muestra el contraste de los resultados obtenidos por los 31 estudiantes del grado 11°B en los cuestionarios inicial y final.

Tabla 5. Cuadro comparativo de los resultados obtenidos entre el cuestionario inicial y final a los 31 estudiantes del grado 11°B de la I.E. Rafael Uribe Uribe.

	Ci	Cf	AVANCES
Media	5,61	12,68	Hay un crecimiento de 7,07 puntos en la categoría resolución de problemas.
Desviación Estándar	2,8	4,8	Se observa un avance en la resolución de problemas, además se evidencia mayor homogeneidad en los resultados del pretest con respecto a los del postest.
Puntaje Mínimo	1	5	Los dos puntajes se ubican en el nivel bajo, sin embargo se observa un avance de 4 puntos en el postest después de la intervención en el aula.
Puntaje Máximo	12	21	Se observa un avance representativo de 9 puntos en el postest, ubicándose en nivel alto, en el pretest los estudiantes solo alcanzaron un desempeño bajo o medio.
Estudiantes con Desempeño alto	0	5	5 estudiantes alcanzaron el nivel alto en la resolución de problemas, lo que significa con la intervención en el aula lograron superar sus dificultades y/o afianzar sus fortalezas.

Fuente: Adaptada de Franco y Trejos (2016).

Según los datos obtenidos (Tabla N° 5), la media de los niveles de la categoría resolución de problemas en el cuestionario final con respecto al inicial aumentó en 7,07 puntos, lo que sugiere un incremento considerable en los puntajes obtenidos. Adicionalmente la desviación estándar obtenida en el cuestionario final fue de 4,8 con respecto a la obtenida en el cuestionario inicial que fue de 2,8, lo que sugiere que los puntajes obtenidos por los estudiantes en el cuestionario

inicial son más homogéneos con respecto a los obtenidos en el cuestionario final, ya que se en su mayoría estuvieron en nivel bajo con puntajes muy similares.

El siguiente gráfico muestra el contraste de los resultados obtenidos por cada uno de los 31 estudiantes en los cuestionarios inicial y final, permitiendo observar sus respectivos progresos.

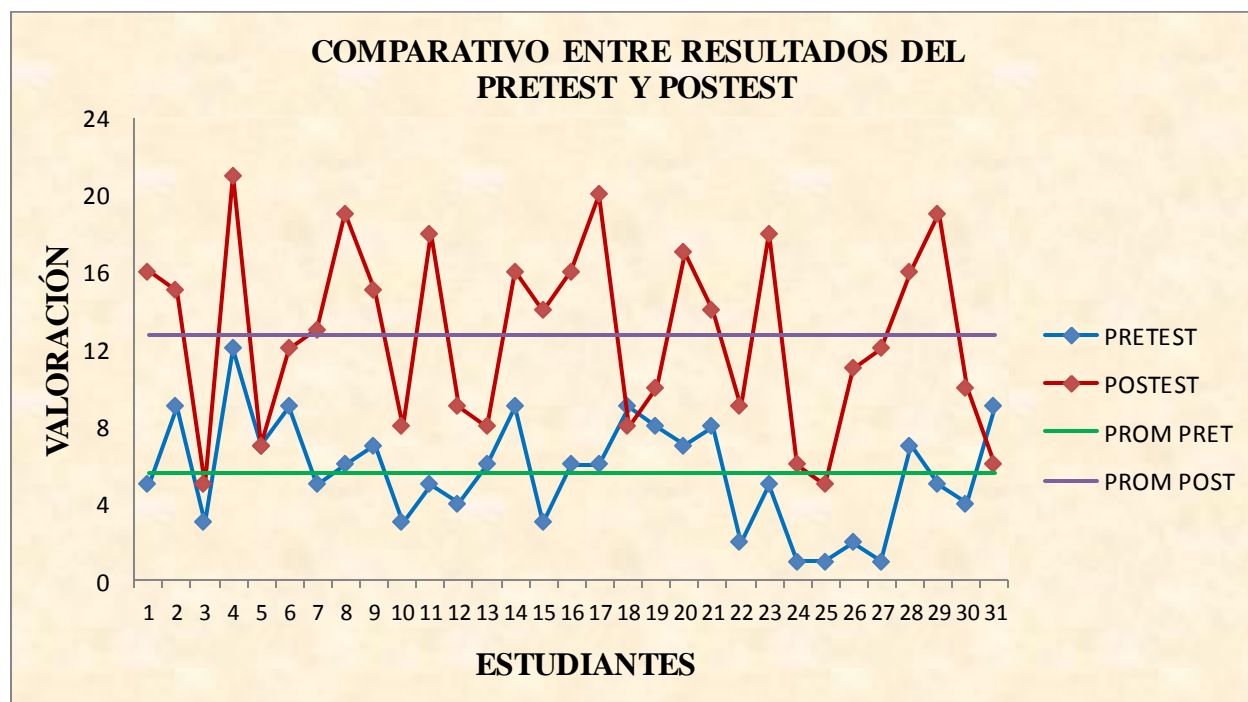


Gráfico 6: Comparativo de los resultados obtenidos en los cuestionarios inicial y final

Fuente: Propiedad del autor

Aquí se evidencian diferencias importantes entre los momentos de los cuestionarios inicial y final, por ejemplo, en el postest el 58,06% de los estudiantes se ubican en el nivel medio, es decir, que hay un aumento del 38,71% en número de estudiantes que desarrollan mejor los procesos de resolución de problemas. En el pretest, el 0% de los estudiantes se encuentran en nivel alto, mientras que en el postest, 5 estudiantes (16,13%), alcanzan un nivel de desempeño alto, de lo cual se infiere que los procesos llevados a cabo les permiten resolver mejor situaciones problema, generando un mejor desempeño en la temática de la fijación biológica de Nitrógeno.

Igualmente se observa que los resultados del nivel bajo, presentan una disminución del 54,84% del cuestionario inicial al final, evidenciando un movimiento importante de estudiantes hacia los niveles medio y alto de la categoría resolución de problemas

En síntesis, el comparativo de los resultados del pretest y postest, demuestra que el desempeño de los estudiantes en las dimensiones de la resolución de problemas, aumentó considerablemente, trece (13) de ellos lograron pasar del nivel bajo a medio, con una diferencia importante entre los puntajes inicial y final como se muestra en el gráfico 7, cuatro (4) estudiantes lograron el avance más significativo al pasar de nivel bajo a nivel alto, la estudiante 4 avanzó de nivel medio a nivel

alto, siendo ella quien presentó el mejor desempeño del grupo con un puntaje de 21/24. Tres (3) estudiantes permanecieron en el nivel medio, aunque todos aumentaron en el puntaje final, ocho (8) estudiantes conservan su nivel bajo, pero con un avance menor y solo los dos (2) estudiantes restantes obtuvieron un puntaje menor al inicial y siguieron ubicados en nivel bajo. Los cambios encontrados en los resultados del pretest y postest, son evidencia de un cambio en la capacidad de abordar y enfrentar un problema real y resolverlo, adicionalmente aquellos que alcanzaron desempeño alto, lograron llevar a cabo procesos cognitivos importantes en el aprendizaje de la fijación biológica de Nitrógeno. Kempa (1986) considera que la resolución de problemas constituye un proceso mediante el cual se elabora la información en el cerebro del sujeto que los resuelve; dicho proceso requiere el ejercicio de la memoria de trabajo así como de la memoria a corto y largo plazo, e implica no sólo la comprensión del problema sino la selección y utilización de la información y estrategias adecuadas que le permitirán llegar a la solución.

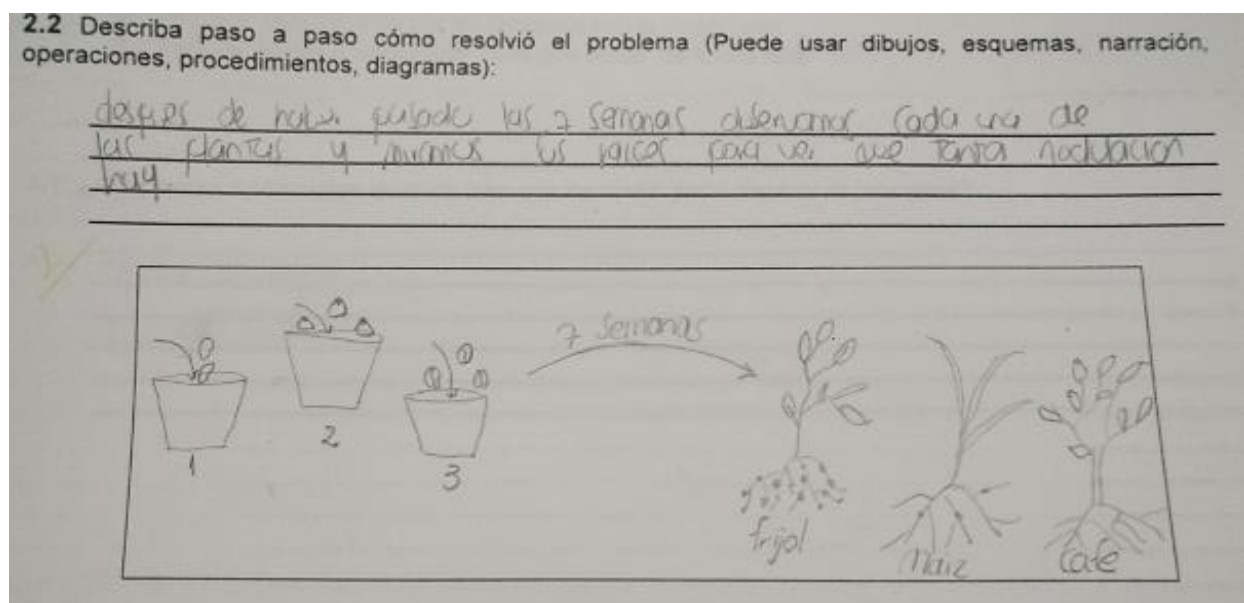
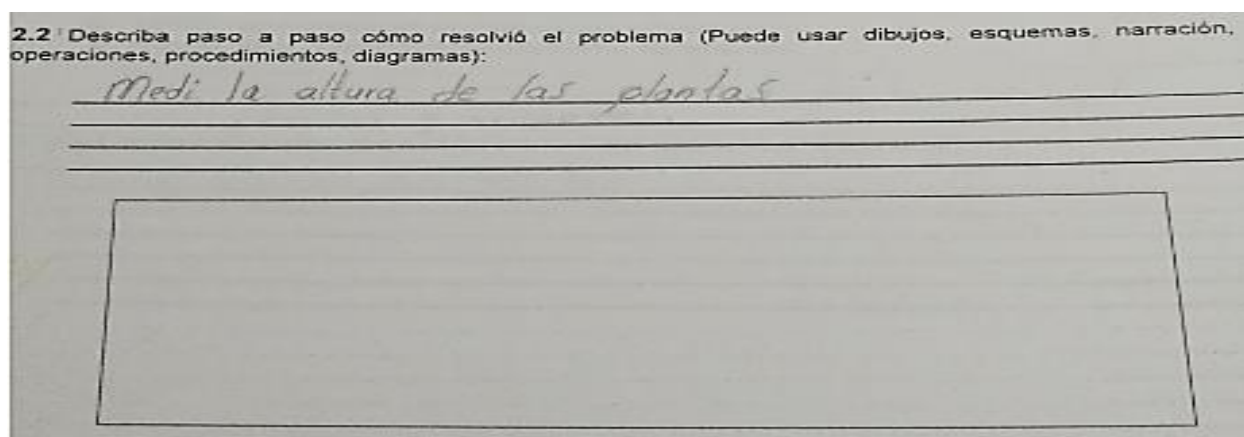


Ilustración 3. Avance de nivel Bajo a nivel Alto en resolución de problemas

Comparando los resultados del pretest y postest a partir de los niveles de desempeño, se puede observar que en cada nivel se presentan cambios significativos que evidencian la evolución en la capacidad de resolución de problemas, así como se muestra a continuación:

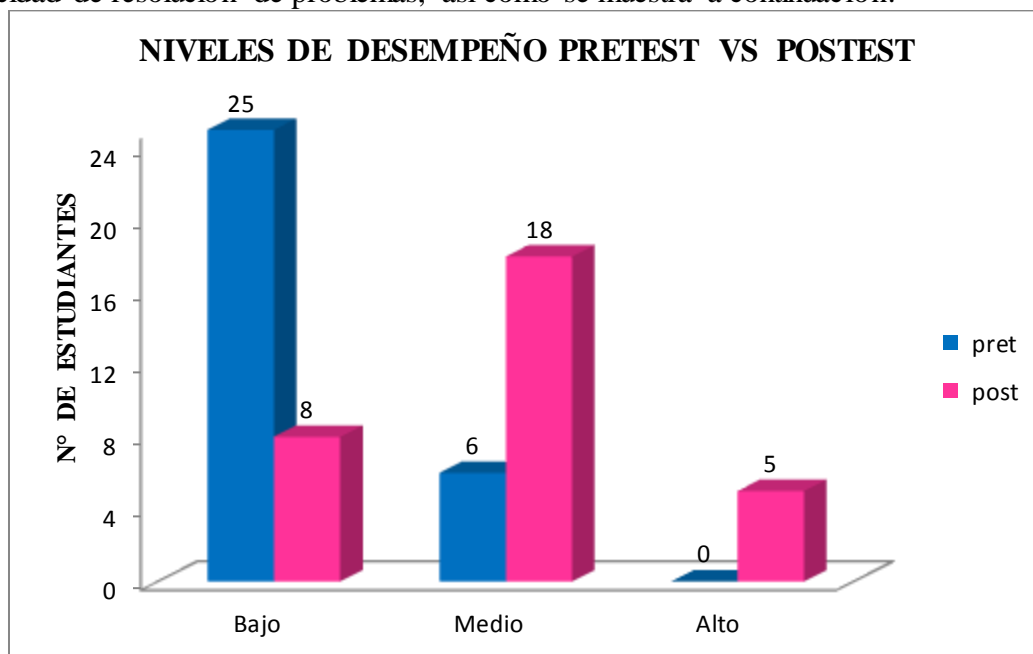


Gráfico 7. Comparativo niveles de desempeño en resolución de problemas pretest y postest
Fuente: Propiedad del autor

El análisis de los gráficos 7 y 8, hace evidente el cambio en los niveles de desempeño en resolución de problemas, y se puede deducir que la intervención en el aula con el trabajo de la secuencia didáctica, ha incidido en el desarrollo la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes del grado 11°B.

Según lo expuesto, se puede afirmar que un aspecto fundamental en el desarrollo de la capacidad de resolver problemas es la utilización de estrategias pedagógicas facilitadoras y que tengan como protagonista del proceso de enseñanza aprendizaje al estudiante. La secuencia didáctica es una herramienta que al ser cuidadosamente pensada y orientada por el docente, permite fomentar la comprensión, creatividad, el trabajo autónomo y en equipo, de manera que se reúnan todos elementos necesarios para resolver problemas propuestos en el aula y también los del entorno. Tobón (2010), argumenta que las secuencias didácticas son “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos”.

Para hacer más detallado el análisis de los resultados, se realiza a continuación, la comparación de las respuestas a cada pregunta del pretest y postest, con el fin de comprender el comportamiento de cada dimensión de la resolución de problemas después de la ejecución de la secuencia que fue planeada y desarrollada a partir de las debilidades encontradas en el pretest, y realizada la comparación, permite determinar su eficacia.

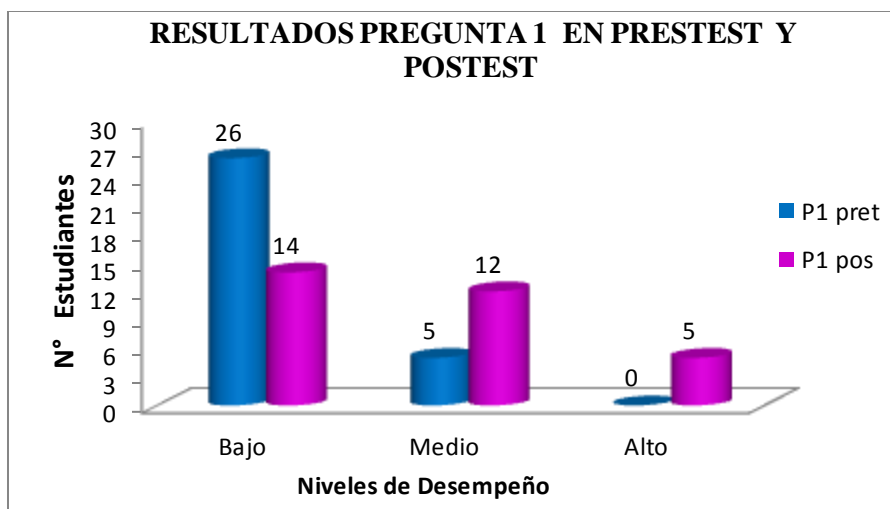


Gráfico 8. Comparativo resultados de la pregunta N° 1 en el cuestionario inicial y final
Fuente: Propiedad del autor

Se observa en los resultados de la pregunta 1 del pretest, que pretende identificar si los estudiantes comprenden el problema e identifican de la información relevante del mismo, que la mayor parte de los estudiantes se encuentra en nivel bajo, lo que quiere decir, que presentan dificultades para comprender e interpretar el problema, solo algunos proponen temas o conceptos relacionados con la solución y ninguno sugiere la verificación de la solución. Para resolver un problema, como no se conocen caminos evidentes de solución, se requiere de reflexión, cuestionamiento de sus propias ideas (pre saberes), crear modelos, hallar nuevas explicaciones que resuelvan el problema, así, al reorganizar los esquemas cognitivos se desarrolla nuevo conocimiento, García (2003). En el posttest se observa una disminución en el nivel bajo con respecto al pretest, sin embargo, se refleja que un número importante de estudiantes permanecen en ese nivel, en los demás estudiantes, los resultados se mueven hacia el nivel medio y 5 de ellos se desplazan a nivel alto, lo que sugiere que las actividades propuestas en la secuencia didáctica sobre comprensión, búsqueda de información relacionada, formulación de hipótesis, fueron acertadas ya que lograron comprender el problema, identificar datos relevantes y proponer rutas de solución.

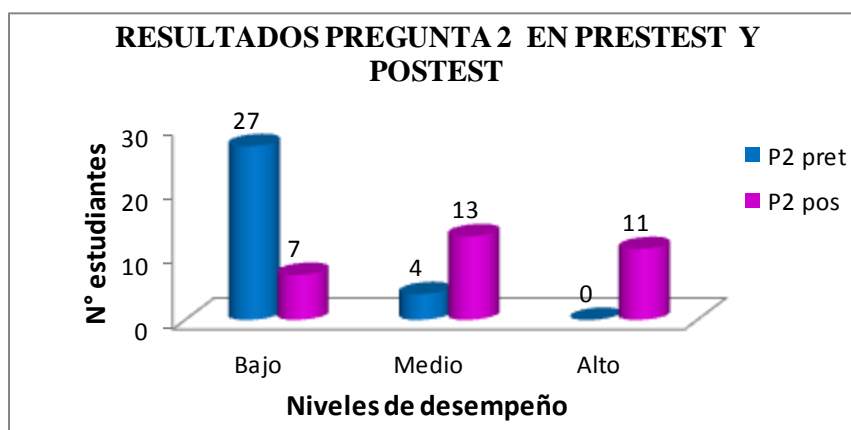


Gráfico 9. Comparativo resultados de la pregunta N° 2 en el cuestionario inicial y final
Fuente: Propiedad del autor

La pregunta 2 del pretest, corresponde a la relación de temas y conceptos con el problema, así como el diseño y ejecución de rutas de solución. En los resultados del pretest, 27 estudiantes se ubicaron en nivel bajo, lo que quiere decir, que no comprenden claramente el problema planteado, algunos relacionan algún concepto o tema con la solución, pero no pueden hacer representaciones del mismo y crear posibles rutas de solución. En los resultados del postest, se evidencia una disminución significativa del nivel bajo, además hubo movimientos homogéneos hacia los niveles medio y alto, lo que evidencia que mejoraron en su capacidad de comprensión y relacionan de manera más clara el problema con temas y conceptos necesarios para la solución, también pueden representar o describir el problema, y proponen alguna alternativa no muy clara de solución. Los estudiantes que alcanzaron nivel alto (11 estudiantes) con respecto al pretest donde ninguno estuvo este nivel, lograron establecer una ruta explícita de solución del problema.

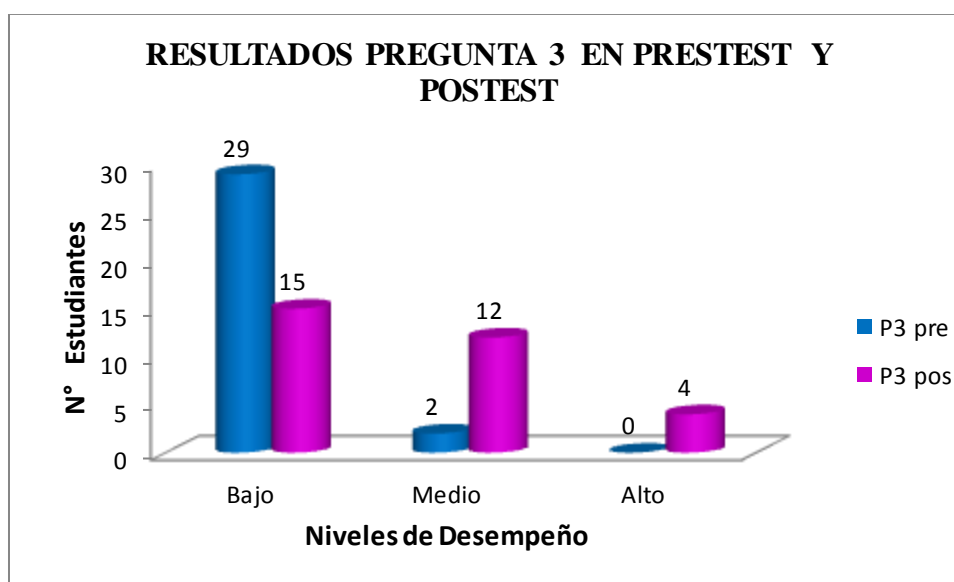


Gráfico 10. Comparativo resultados de la pregunta N° 3 en el cuestionario inicial y final

Fuente: Propiedad del autor

La pregunta 3 hace referencia a las dimensiones: concebir un plan y examinar la solución obtenida, en el pretest los resultados demuestran que los estudiantes carecen de las habilidades para utilizar la información, no pueden elaborar modelos o algoritmos y por lo tanto, no es posible diseñar y llevar a cabo estrategias para solucionar el problema y chequear si la ruta y la solución son correctas. En el postest, los resultados muestran que parte de los estudiantes avanzaron hacia el nivel medio, demostrando algunas fortalezas en la planeación y ejecución de rutas de solución de un problema, se puede deducir que este avance es consecuencia de enfrentar al grupo de estudiantes durante la secuencia didáctica a situaciones problema sin mayores elementos de resolución, con el fin de que ellos, mediante trabajo autónomo, colaborativo y con la orientación del docente, accedieran a los recursos, estrategias, y demás medios necesarios para crear mecanismos y rutas de solución y llevarlas a cabo, siguiendo el modelo de la investigación dirigida, donde la actividad experimental requiere la participación activa del estudiante, orientada a la búsqueda de evidencias que permitan resolver un problema teórico o

práctico, (Jiménez, 1992). Sin embargo, se evidencia que persisten las dificultades para verificar si la estrategia escogida es la mejor y si la solución obtenida es la correcta.

Los estudiantes que alcanzaron nivel alto (4), desarrollaron fortalezas en su capacidad de resolución de problemas, lograron contestar acertadamente, explicar su plan y verificar su camino para resolver el problema, demostrando la apropiación de nuevos saberes sobre la temática de la fijación biológica del Nitrógeno.

Analizando los componentes de la categoría resolución de problemas que han sido objeto de estudio en este trabajo, se hallaron avances significativos en la capacidad de resolución de problemas de los estudiantes del grado 11ºB, ya que pasaron de tener dificultades en la comprensión y solución de situaciones problemas presentadas, a comprender, interpretar y representar el problema, además de identificar la información relevante, lograron planear posibles rutas de solución y elegir una de ellas para ejecutarla y posteriormente verificarla Schoenfeld (1992).

Adicionalmente, los estudiantes experimentaron procesos de interés y motivación hacia las actividades propuestas, necesarios para el aprendizaje de la temática de la fijación biológica del Nitrógeno.

En esta sección del trabajo de investigación es pertinente resaltar la importancia de implementar estrategias metodológicas como las secuencias didácticas en los niveles de educación básica secundaria y media, los resultados obtenidos evidencian un aumento significativo en la capacidad de resolución de problemas, así como en el aprendizaje de los conceptos propios de la fijación biológica del Nitrógeno, logrando superar las dificultades de interpretación, capacidad de relacionar información y argumentar, al igual que para proponer rutas de solución.

También cabe resaltar que esta propuesta recoge los estándares básicos de competencias en ciencias naturales de grado undécimo, los resultados muestran avances importantes en el manejo de los conocimientos propios de las ciencias naturales, en acciones concretas de pensamiento como lo son : entorno vivo y físico, (procesos biológicos, físicos y químicos), así como en tecnología y sociedad, identificando procesos industriales y tecnológicos que inciden sobre la vida y la naturaleza, y en las actitudes de responsabilidad y compromiso personal y social.

Esta línea de investigación coincide con otras, como la de Aznar, M. Mercedes e Ibáñez Orcajo, M. Teresa (2006), en la cual plantea resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas con la ciencia. Su trabajo estuvo basado en la propuesta realizada por Gil y Martínez-Torregrosa (1983), para la cual se utilizó una adecuación de contenidos en el área de biología, planteando problemas abiertos y sin una solución aparente, en donde proponía un modelo de resolución de problemas que colocaba al estudiante en una situación de investigación muy parecida a los científicos. La metodología consistió en un estudio comparativo en donde se analizaban las diferencias en el aprendizaje entre un grupo control y un grupo experimental aplicando una unidad didáctica que se centraba en la resolución de problemas abiertos en genética. Los resultados de la investigación mostraron que la actitud que muestran los estudiantes (en ambos grupos) sobre la ciencia es “favorable”, pero también “...reconocen que no solucionan todos los problemas, y que según su percepción está en la base de otros”. En cuanto a

la solución de problemas, los resultados mostraron que el grupo experimental obtuvo mejores actitudes y por lo tanto mejores resultados. (Véase pág. 202 en Martínez y Orcajo, 2006).

Otra investigación que podríamos ubicar en esta línea, es la de Franco y Trejos (2016), que ubicaron su investigación en la importancia de implementar procesos de evaluación formativa en el nivel de educación superior, los resultados obtenidos evidencian un aumento significativo en el nivel de aprendizaje profundo de los estudiantes, en los componentes de resolución de problemas y motivación-metacognición, superando las dificultades encontradas inicialmente acerca de la temática de ciclo celular, lo que coincide con el trabajo de Wiliam (2011), cuando la evidencia se utiliza realmente para adaptar el trabajo de enseñanza para satisfacer las necesidades de aprendizaje, (Negro, Harrison, Lee, Marshall, y Wiliam. 2004. P. 10). En este sentido, algunas de las conclusiones referenciadas postulan que hay un fuerte cuerpo de trabajo teórico y empírico que sugiere que la integración de la evaluación con la educación, induce un aumento en la participación de los estudiantes contribuyendo a una mejora significativa en los resultados del aprendizaje.

En síntesis, el análisis realizado en esta investigación, permite visualizar un avance importante en la capacidad de resolución de problemas en los estudiantes de 11°B de la Institución educativa Rafael Uribe Uribe, sobre la fijación biológica de Nitrógeno. Por lo tanto se puede afirmar que la implementación de secuencias didácticas, inciden de manera positiva en la capacidad de resolución de problemas y en el aprendizaje sobre la fijación biológica de Nitrógeno, además de desarrollar procesos de control y autorregulación.

Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones de la intervención

Los procesos educativos vienen sufriendo transformaciones importantes, se requieren prácticas y estrategias didácticas que permitan enriquecer y mejorar considerablemente las metodologías de enseñanza - aprendizaje, ya que en el mundo moderno la ciencia y la tecnología avanzan rápidamente y cada individuo debe ser actor de su propio saber y con habilidades de utilizarlo para transformar y revolucionar el mundo y traspasar la barrera de lo desconocido e impredecible.

La práctica pedagógica debe ser pertinente, innovadora y flexible, incluir los intereses y necesidades de los estudiantes, tener en cuenta su individualidad, sus ritmos de aprendizaje, donde su papel sea activo, participativo y colaborativo en la construcción del conocimiento significativo. Según Novak (1982), “el aprendizaje significativo subyace a la construcción del conocimiento humano y lo hace integrando positivamente pensamientos, sentimientos y acciones, lo que conduce al engrandecimiento personal”.

En virtud de las necesidades detectadas en el grupo de estudio y teniendo en cuenta el trabajo en el aula, la información aportada en apartes anteriores de este trabajo y el análisis realizado, se puede concluir:

- Las ciencias naturales y ambientales son esenciales en el desarrollo del pensamiento lógico, además que son ciencias que buscan un acercamiento a la comprensión del mundo, es parte fundamental de la vida de las personas. Las estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias, deben enfatizar en la apropiación creativa y autónoma del conocimiento, para que haya aprendizaje significativo.
- Tener en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes y evaluar inicialmente su desempeño en una temática determinada, permite planear estrategias de enseñanza en el aula, donde haya grupos de trabajo intencionales, agrupando individuos con características diferentes que se complementen de manera adecuada. Además, las actividades planificadas están contextualizadas y enfocadas concretamente a las habilidades y competencias que se pretendan desarrollar en los estudiantes. (Alimenti & Sanmartí, 2004).
- Las estrategias metodológicas innovadoras tienen un papel fundamental en el desarrollo de procesos de planeación y control, le permiten al estudiante monitorear su proceso de aprendizaje, además que potencializan su autonomía y su autoaprendizaje.
- La secuencia didáctica al ser un conjunto de actividades secuenciadas, organizadas y con un propósito específico, permitió desarrollar o mejorar la capacidad de resolución de problemas a través de la temática relacionada con la fijación biológica de Nitrógeno en los estudiantes del grado 11°B, principalmente en los procesos de comprensión, planeación y monitoreo de rutas de solución de una situación problema a partir de la

experiencia, ubicando al individuo en contexto y en acción e interacción con elementos del mundo que los rodea.

- La implementación de actividades que fomentan el trabajo en equipo, desarrolla en los estudiantes interés y compromiso por las temáticas abordadas y aumenta su responsabilidad frente a las tareas asignadas dentro del grupo, lo que genera mayor disposición para aprender. En la resolución de problemas, las situaciones presentadas deben captar su interés y estimular su motivación, factores importantes para la búsqueda paciente y constante de los elementos y estrategias necesarias para hallar una ruta de solución del problema acertada, monitoreando continuamente el desarrollo de las actividades, y así evitar el fracaso o abandono del trabajo como ocurre en la enseñanza tradicional.
- Respecto a los estudiantes que demostraron aprendizajes significativos sobre la temática referente a la fijación biológica del Nitrógeno, es válido afirmar que son aquellos que tienen la capacidad de detectar sus dificultades y encontraron como superarlas, para lo cual es indispensable la autorregulación, Sanmartí (2009). Estos estudiantes lograron comprensión del problema, así como, planear las acciones necesarias para resolverlo, siempre controlando su trabajo. Es así, como la secuencia didáctica y los procesos de evaluación constantes durante la aplicación de la misma, generan construcción y apropiación del conocimiento de manera autónoma, ya que el estudiante no depende de la ruta elaborada por el docente como sucede tradicionalmente.
- La labor del docente en el aula debe transformarse, dejar el rol de poseedor del conocimiento, propender por el conocimiento de sus estudiantes, detectar debilidades y fortalezas, que le permitan proporcionar al estudiante diversas situaciones, en las cuales se tengan en cuenta su estilo de aprendizaje, intereses, experiencia, y pueda enfrentarse a dichas situaciones, las relacione con su contexto y sea fácil comprenderlas, orientándolo siempre a hallar la información, los procedimientos y algoritmos apropiados para solucionarlas. En la enseñanza de las ciencias, el docente debe acercar al estudiante a un contexto similar al de un científico.
- La intervención en el aula con el trabajo de la secuencia didáctica, permitió integrar elementos importantes de las ciencias naturales y de las ciencias ambientales, desde la temática de la fijación biológica del Nitrógeno y su importancia para evitar el impacto negativo de fertilizantes industriales en los seres vivos y en ambiente. Desde la resolución de problemas, se logró enfrentar al estudiante a problemáticas reales de nuestra región, y que comprenda la responsabilidad de encontrar alternativas sostenibles, que le permitan a los seres humanos continuar con un estilo de vida confortable y a su vez que favorezca la preservación y protección del ambiente.

- Respecto a las dimensiones de la resolución de problemas estudiadas en este trabajo de investigación, se encontraron avances significativos en comprensión de problemas reales, identificación de información relevante, diseño de posibles rutas de solución, así como la verificación de la mismas, Schoenfeld (1992). Los estudiantes asumieron el reto de buscar de manera autónoma los medios y estrategias necesarias para comprender la temática de la fijación biológica del Nitrógeno.

4.2 Recomendaciones para futuras investigaciones

Finalizado el análisis del presente estudio, se estima realizar las siguientes recomendaciones:

- Los docentes deben concientizarse de la necesidad de transformar el proceso de enseñanza, de manera que el estudiante sea protagonista de la construcción del conocimiento y no solo un receptor de información con carácter de verdad absoluta. Adicionalmente, debe ser flexible y permitir que los estudiantes se apropien de aquellos instrumentos que más atraigan su interés para que el proceso de enseñanza aprendizaje sea exitoso.
- Al realizar la caracterización de los estudiantes del grupo de estudio, se logra identificar sus estilos de aprendizaje (Gregory 1999), lo que además de planear adecuadamente las actividades a realizar, facilita adecuar los ambientes de aprendizaje y crear grupos de trabajo intencionales, según las competencias de cada estudiante buscando que se complementen.
- La realización de una evaluación inicial, permite hacer un diagnóstico de las condiciones iniciales de los estudiantes, detectar debilidades y fortalezas, y generar una planeación ajustada a las necesidades encontradas, con actividades que propendan en el éxito del proceso de enseñanza aprendizaje.
- Para integrar estrategias didácticas en el aula se debe plantear claramente el propósito a conseguir, tener en cuenta el contexto social y escolar de los estudiantes, lo que permite una planeación y organización de las actividades a realizar, apuntando a potencializar sus habilidades y competencias, además de lograr su apropiación del conocimiento.
- Es importante que durante la intervención en el aula, se realicen procesos de autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, ya que estos contribuyen al desarrollo de autonomía, autocontrol generando evolución conceptual frente a una temática específica.
- En las ciencias naturales y ambientales se presentan problemas reales, por lo tanto, se puede incluir fácilmente en los procesos de enseñanza aprendizaje, la resolución de

problemas mediante secuencias didácticas, de manera que el estudiante en la búsqueda de explicaciones del mundo y los fenómenos que en él ocurren, desarrolle competencias científicas, descubra que el conocimiento se reinventa constantemente, que continuamente se crean teorías y leyes que rebaten la validez de otras y es así como se construyen nuevos saberes.

- Se debe reconocer la importancia de la resolución de problemas en las prácticas educativas en todas las etapas de escolaridad, ya que esta categoría permite a los estudiantes explorar diferentes facetas, imaginación, creatividad, desarrollar diferentes tipos de pensamiento, mejorar la capacidad de trabajo en equipo, además favorece el autocontrol, elementos imprescindibles para resolver problemas y para el aprendizaje.
- Las propuestas pedagógicas que se implementen en el aula, deben ser planeadas y ejecutadas según los estándares básicos en competencias en ciencias naturales para cada grado, en este caso concretamente, la propuesta recoge los estándares para grado undécimo: La utilización de modelos biológicos, físicos y químicos para explicar la transformación y conservación de la energía.

5. Referencias bibliográficas

- Arias, J. D.; Cárdenas, C.; Estupiñan, F. (2005). *Aprendizaje cooperativo*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional, Editora Guadalupe limitada.
- Aznar, M., Mercedes, M., Orcajo, I., & Teresa, M. (2006). Resolver situaciones problemáticas en genética para modificar las actitudes relacionadas. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 24. Madrid: Facultad de Educación. Universidad Complutense.
- Bunge, M. (1985). *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza.
- Carretero, M., Baillo, M., & Limón, M. (1996). *Construir y enseñar: las ciencias experimentales*. Aique.
- Castellanos D, Castellanos B.(2000). *El proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador en la secundaria básica*. Centro de Estudios Educativos. La Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona; 2000.
- Chiras, D., (2006). *Ciencia Medio Ambiental*. California, Jones y Bartlett.
- Delval, J. (1997). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (14), 91-104.
- Dewey, J. (1975). *Experiences in Education*. New York Collier Books, New York.
- Franco, Y. F. & Trejos, M. (2017). *Aprendizaje en profundidad de biología celular (ciclo celular) basado en un proceso de evaluación formativa* (tesis de Maestría). Universidad tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia.
- García, J. J. (2003). *Didáctica de las ciencias. Resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- García, J. J. (2011). *Modelizar y resolver problemas en la educación en ciencias experimentales*. Medellín: Unipluriversidad.
- Garrett, M.R. (1988). *Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias*, Enseñanza de las ciencias. 6(3), p. 224-230.
- Gregori, W. d. (1999). *El modelo del tricerébrar de Waldemar de Gregori*. Bogotá: Kimpres.

- Izquierdo A. M. (2005). *Nuevos contenidos para la nueva época: Aportaciones de la didáctica de las ciencias al diseño de las nuevas ciencias para la ciudadanía*, en *Anais do XVI SNEF 2005*. Río de Janeiro: Sociedade Brasileira de Física.
- Jiménez, T. (1992). *Alfabetizar, guía: módulo 6. Materiales didácticos*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Kempa, R.F. (1986), *Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva*. Enseñanza de las Ciencias, 4(2), p. 99-110.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá, Colombia.
- Moreira. M. A., (2012). *Unidades de enseñanza potencialmente significativas-UEPS*, Instituto de Física da UFRGS, Porto Alegre. pp. 22.
- Novack, J.D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Alianza Editorial. Madrid.
- Perafan, G. A. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perales, F.J. (1993). *La resolución de problemas: una revisión estructurada*. Enseñanza de las Ciencias, 11(2)m p. 170-178.
- Pérez, R. P. (2005). *La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas*. Contactos, 63, 19-25.
- Polya, G. (1945). *Como plantear y resolver problemas*. México: Trillas.
- Polya, G. 1982, *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas, México. 10ª ed.
- Porlán Ariza, R, López Ruiz, J, I. (2001). *Dos Estudios Sobre las Concepciones de los Profesores Acerca del Aprendizaje Científico de los Alumnos*. Sevilla, España. Vicerrectorado de Extensión Universitaria. Universidad de Sevilla.
- Reyes-Sánchez, L. B. (2012). *Aporte de la Química Verde a la construcción de una ciencia socialmente responsable*. Educación química, 23(2), 222-229.

- Sanmartí, N. (2004). La unidad didáctica en el paradigma constructivista. Couso, D. et al. Unidades didácticas en ciencias y matemáticas. Editorial Magisterio Capítulo, 1. Pp 13-55.
- Sanmartí, N. (2009). La evaluación vista como un proceso de autorregulación. *Didáctica de las Matemáticas y Ciencias Experimentales*, 93-143.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando: Academic Press.
- Schoenfeld, A. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics*. NY: Macmillan: In D. A. Grows (Ed).
- Tamayo, O. E., Zona, J. R., & Loaiza, Y. E. (2011). *Pensamiento crítico en el aula de ciencias*. Manizales: Universidad de caldas.
- Tobón, T.S., Pimienta, J.H. y García, J.A. (2010). Secuencias didácticas. Aprendizaje y evaluación de competencias. Prentice Hall. Recuperado de: (<http://image.slidesharecdn.com/secuencias-didacticastobon-120521222400-phpapp02/95/slide-42-728.jpg?1337657152>).
- Urdiain, I. E. (2006). *Matemáticas resolución de problemas*. Navarra: Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra. (p.21)
- Vygotski, L. S. (1989). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: La Pléyade.

Anexos

Anexo 1. Operacionalización de la categoría Resolución de problemas

OPERACIONALIZACIÓN DE LA CATEGORÍA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS			
Variable dependiente			
Categoría	Dimensión	Indicadores	Indices
Problema: Se entiende por problema cualquier situación espontánea que produce cierto grado de incertidumbre y a su vez genera una conducta tendiente a la búsqueda de la posible solución, Palacios (1998). Resolución de problemas: "Es un proceso mediante el cual una persona que se enfrenta a un problema trata de identificarlo, de delimitarlo, de explorar posibilidades de resolverlo, de elegir las estrategias adecuadas para lograrlo a partir de sus desarrollos individuales, de llevarlas a la práctica mediante la aplicación de métodos y técnicas apropiadas y de obtener cierta aproximación a la solución del mismo". Jessup, Oviedo y Pulido de Castellanos	Análisis y comprensión del problema Consiste en acciones como leer detenidamente el enunciado y dar posibles las interpretaciones del mismo, identificar claramente lo que se pide, reconocer y escribir los datos, las incógnitas y las condiciones previstas en los apartados del problema, Identificar los conceptos o temas que están implicadas en la resolución. Palacios (1998).	Identifica la incógnita presentada en el problema	2
		Reconoce y utiliza información relevante	3
		Representa el problema de varias formas	3
		Identifica los conceptos y temática relacionada con el problema.	3
	Diseño y planificación de la solución Se requiere diseñar una ruta, establecer la información que se tiene y la nueva que se necesita para resolver el problema, así como las acciones a seguir, comparar el problema con otros similares y sus posibles rutas para determinar una semejante y saber si se ha resuelto el problema (Schoenfeld, 1985). La utilidad de la información recopilada dependerá de cómo ésta haya sido organizada y de cómo pueda ser recuperada para afrontar las diversas tareas. (Oviedo 2006).	Establece la nueva información necesaria para formular ideas o hipótesis que expliquen el problema y permitan diseñar y planear una o varias rutas de solución.	4

(2000).	Exploración de rutas o caminos de solución Una vez diseñado la ruta de solución del problema, esta debe ejecutarse, monitorear los procesos que se llevan a cabo (Schoenfeld, 1985).	Ejecuta la ruta de solución y monitorea su trabajo.	3
	Verificación de la solución Considera la evaluación del proceso, permitirá deducir el camino a seguir decidiendo la validez de cada uno de los pasos seguidos durante la resolución. Además se debe establecer si el camino elegido es el único y el más apropiado	Verifica la ruta solución del problema llevada a cabo	3

CATEGORIA CONCEPTUAL			
Categoría	Dimensiones de la categoría	Indicadores	Índice
<p>CONCEPTO</p> <p>-Fijación de Nitrógeno</p> <p>se entiende la combinación de nitrógeno molecular <u>dinitrógeno</u> con oxígeno o hidrógeno para formar <u>óxidos</u> o <u>amonio</u> que pueden incorporarse a la biosfera. El nitrógeno molecular, que es el componente mayoritario de la atmósfera, es inerte y no aprovechable directamente por la mayoría de los seres vivos. La fijación de nitrógeno en la biosfera se estima en unos 275 millones de toneladas anuales, de las cuales 175 corresponden a la fijación biológica, 70 a la industrial y 30 a la espontánea. La fijación de nitrógeno puede ocurrir mediante 3 rutas:</p> <p>-La fijación espontánea</p> <p>-La fijación industrial</p> <p>- La fijación biológica</p>	<p>-Fijación biológica: conversión de nitrógeno atmosférico en amoniaco, realizada por microbios libres o en asociación con plantas superiores.</p> <p>Este proceso biológico supone más del 60% del nitrógeno fijado y es la más importante de las rutas posibles.</p>	<p>Comprende la fijación de Nitrógeno como el principal proceso del aprovechamiento del nitrógeno atmosférico para ser utilizado por los seres vivos.</p>	1
	<p>Bacterias fijadoras de Nitrógeno: La fijación biológica aparece únicamente en bacterias, algas cianofíceas y actinomicetos, microorganismos procariotas que tienen la capacidad de utilizar el nitrógeno atmosférico.</p> <p>La amonificación consiste en la formación de compuestos amoniacales realizada por microorganismos heterótrofos, entre los que se encuentran bacterias y hongos.</p>	<p>Representa la formación de amoniaco, nitritos y nitratos a través de sus reacciones químicas</p>	2
	<p>La simbiosis rhizobium- leguminosa.</p> <p>Las leguminosas constituyen la familia de plantas con flores más numerosa después de las gramíneas, con unos 700 géneros y 14000 especies. La nodulación es una característica de las leguminosas en general, donde se incluyen alfalfa, soja, judía, garbanzo, se dan nódulos en un 95% de los individuos examinados.</p>	<p>Explica la importancia simbiosis entre las plantas leguminosas y las bacterias Rhizobium, por su eficiencia en el aumento de nitrógeno</p>	

		en el suelo.	
	<p>Uso y efectos de los fertilizantes</p> <p>Los fertilizantes producen contaminación cuando éstos se utilizan en mayor cantidad de la que pueden absorber los cultivos, o cuando se eliminan por acción del agua o del viento de la superficie del suelo antes de que puedan ser absorbidos. Los excesos de nitrógeno y fosfatos pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados a cursos de agua. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo. Los costos externos globales de los tres sectores pueden ser considerables.</p>	<p>Comprende y explica los efectos negativos del uso exagerado de fertilizantes nitrogenados sobre el ambiente y los seres vivos.</p> <p>Propone alternativas de solución para elevar los niveles de Nitrógeno en el suelo a partir de la fijación biológica, evitando la utilización de fertilizantes sintéticos.</p>	

Anexo 2. Test de Waldemar de Gragori

Jhon Andrew Hoyos Vanezas 1128



ANEXO C. TEST DE CARACTERIZACIÓN TEORÍA TRICEREBRAL (Waldemar De Grégori).

01	Al fin del día, de la semana, o de una actividad, haces revisión, evaluación?	3
02	En tu casa, en tu habitación, en tu lugar de trabajo, hay orden, organización?	4
03	¿Crees tu cuerpo, tu energía son parte de un todo mayor, de alguna fuerza superior, invisible, espiritual y eterna?	5
04	¿Sabes contar chistes? ¿Vives alegre, optimista y disfrutando a pesar de todo?	4
05	Dialogando o discutiendo tienes buenas explicaciones, argumentos, sabes rebatir?	4
06	Tienes presentimientos, premoniciones, sueños nocturnos que se realizan?	3
07	En la relación afectiva, le entras a fondo, con romanticismo, con pasión?	4
08	Sabes hablar frente a un grupo, dominas las palabras con fluidez y corrección?	4
09	Cuando hablas, gesticulas, mueves el cuerpo, miras a todas las personas?	4
10	Te puedes imaginar en la ropa de otra persona y sentir como ella se siente?	4
11	Sabes alinear los pros y contras de un problema, logras discernirlos y emitir juicios correctos?	3
12	Cuando naras un hecho le meles muchos detalles, le gusta dar todos los pormenores?	3
13	Al comprar o vender te sales bien, tienes ventajas, ganas plata?	2
14	Te gusta innovar, cambiar la rutina de la vida, del ambiente, tienes soluciones creativas, originales?	2
15	Controlas tus impulsos y te detienes a tiempo para pensar en las consecuencias antes de actuar?	4
16	Antes de aceptar cualquier información como cierta, te dedicas a recoger más datos y a averiguar las fuentes?	3
17	Que conciencia y disciplina tienes de lo que comes y bebes, del descanso, de la comida, y de los ejercicios físicos?	3
18	Frente a una tarea difícil, tienes capacidad de concentración, de continuidad, de aguante?	3
19	En la posición de jefe, sabes dividir tareas, calcular tiempo para cada una, dar comandos cortos, exigir la ejecución?	3
20	Te detienes a ponerle atención a una puesta de sol, a un pájaro, a un paisaje?	4
21	Tienes atracción por aventuras, tareas desconocidas, iniciar algo que nadie hizo antes?	4
22	Te autorizas a dudar de las informaciones de la TV, de personas de la política, de la religión, de la ciencia?	5
23	Logras transformar tus sueños e ideales en cosas concretas, realizaciones que progresan y duran?	5
24	Tienes el hábito de pensar en el día de mañana, en el año próximo, en los próximos diez años?	4
25	Tienes facilidad con máquinas y aparatos como grabadoras, calculadoras, lavadoras, computadoras, autos?	5
26	Eres rápido en lo que haces, tu tiempo rinde más que el de tus colegas, terminas bien y a tiempo lo que empiezas?	3
27	Cuando trabajas o te comunicas, usas los números, usas estadísticas, porcentajes, matemáticas?	3

Escala de INTENSIDAD: | Inferior | media | superior | genial |

- 27 28 - 34 35 - 39 40 - 45 9

Anexo 3. Rejilla de Valoración

REJILLA DE VALORACIÓN CUESTIONARIO INICIAL Y FINAL RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS		
PREGUNTA N° 1		
ENFOQUE TEMÁTICO	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	
COMPONENTES EVALUADOS	Análisis y comprensión del problema	
ENUNCIADO	<p>El suelo en óptimas condiciones, presenta un adecuado flujo de nutrientes, entre ellos el Nitrógeno, que garantiza el crecimiento de plantas saludables como se muestra en la imagen 1. Sin embargo procesos como la erosión, el sobrecultivo o el arrastre por lluvias, retiran nutrientes del medio, disminuyendo la cantidad disponible para las plantas, así como se observa en la imagen 2.</p>	
		
	Color verde intenso	Color amarillo
	Altura apropiada	Poca altura
	Desarrollo normal del follaje	Poco follaje
	Floración abundante	Floración escasa
	<p>De acuerdo con las características descritas en la imagen 2, podría concluirse que el suelo donde se encuentra la planta, presenta problemas escasez de Nitrógeno, en ese caso la mejor forma de mejorar las condiciones del suelo sería:</p>	
	OPCIÓN	PUNTUACIÓN
	A	0
	B	0
	C	0
	D	1
1.1	2	Identifica la información relevante que plantea el enunciado del problema, la relaciona y utiliza para resolverlo (nutrientes en las plantas, características de las plantas con carencias de nitrógeno, plantas fijadoras de nitrógeno)
	1	Identifica algunos datos relacionados con el problema pero no la utiliza para resolverlo.
	0	No identifica los datos relacionados con el problema o deja el espacio en blanco
1.2	3	Menciona tres temas para resolver el problema (formas para fijar o aumentar el nitrógeno en el suelo, plantas fijadoras de nitrógeno, relación entre plantas y bacterias fijadoras de nitrógeno)
	2	Menciona dos temas para resolver el problema
	1	Menciona un tema para resolver el problema
1.3	0	No menciona temas para resolver el problema, menciona algún tema no relacionado con el problema o deja el espacio en blanco
	3	Propone tres pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo. (Consultar que plantas u organismos fijan nitrógeno, sembrar varias plantas para determinar su capacidad de fijación de nitrógeno, adicionar

		microorganismos al suelo para determinar el procedimiento más adecuado y más rentable)
	2	Propone dos pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	1	Propone un paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	0	No propone algún paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.

PREGUNTA N° 2		
ENFOQUE TEMÁTICO		RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
COMPONENTES EVALUADOS		Diseño y planificación de la solución
ENUNCIADO		<p>En el ciclo del Nitrógeno, la Fijación biológica se logra gracias a la asociación <i>bacteria-planta</i>, este es uno de los mejores ejemplos de una simbiosis, pues las plantas que crecen en suelos carentes de este elemento (o con niveles muy reducidos) se ven beneficiadas por la fijación biológica realizada por las bacterias, y las plantas les brindan en sus raíces, un ambiente que los protege y nutre</p> <p>La profesora Beatriz junto con los estudiantes de 11B, realizaron un experimento de observación durante 7 semanas. Sembraron en suelos similares, a los cuales se le adicionó la bacteria <i>Rhizobium</i> (inoculación), tres plantas: frijol (leguminosa), Maíz (gramínea) y Café (rubiácea). para determinar su capacidad de fijación de Nitrógeno en simbiosis con la bacteria presente. Simultáneamente se tienen tres plantas más sembradas en suelos abonados con fertilizantes nitrogenados, para realizar las comparaciones respectivas. Los estudiantes de grado 11B para identificar cuál de las tres plantas, es mejor fijadora, deberán:</p>
OPCIÓN	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
A	0	No identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	1	Identifica la opción correcta
D	0	No identifica la opción correcta
2.1	3	Menciona más de tres temas para resolver el problema (Especies de plantas fijadoras de Nitrógeno, relaciones de simbiosis, evidencias de la fijación de nitrógeno, efectos de los fertilizantes en las plantas)
	2	Menciona dos temas para resolver el problema
	1	Menciona un tema para resolver el problema
	0	No menciona temas para resolver el problema, menciona algún tema pero no relacionado con la resolución del problema o deja el espacio en blanco
2.2	2	Diseña una ruta concreta, coherente para resolver el problema. (Sembrar los 3 tipos de plantas planteados en la situación, adicionar microorganismos fijadores de nitrógeno, y hacer las comparaciones respectivas, para determinar que la nodulación en la raíces es la mejor evidencia de fijación de Nitrógeno.
	1	Sugiere alguna ruta no muy clara con algunos pasos no ordenados o poco coherente para resolver el problema
	0	No diseña alguna ruta para resolver el problema o deja el espacio en blanco
2.3	3	Propone tres pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo. (En las plantas sembradas anteriormente realizar las observaciones, llevar a cabo cada uno de los pasos propuestos en las opciones, consultar cuales son las evidencias de la fijación de Nitrógeno para identificar la opción correcta).
	2	Propone dos pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	1	Propone un paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	0	No propone algún paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.

PREGUNTA N° 3		
ENFOQUE TEMÁTICO		RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS
COMPONENTE EVALUADO		Diseño y planificación de la solución
ENUNCIADO		<p>La Fijación biológica del Nitrógeno es posible a través de diferentes clases de microorganismos, unos actúan de forma libre y otros deben unirse a otros seres vivos para conseguirla. La simbiosis entre algunos tipos de plantas y un grupo específico de bacterias es un ejemplo claro, ya que las plantas que crecen en suelos carentes de este elemento (o con niveles muy reducidos) se ven beneficiadas por la fijación biológica realizada por las bacterias, y las plantas les brindan en sus raíces, un ambiente que los protege y nutre.</p> <p>De acuerdo con la información anterior, si un agricultor desea elevar los niveles de Nitrógeno en el suelo de una de las parcelas de su finca, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud, lo más recomendado es:</p>
OPCIÓN	PUNTUACIÓN	CRITERIOS DE CORRECCIÓN DE LAS RESPUESTAS
A	0	No identifica la opción correcta
B	0	No identifica la opción correcta
C	1	Identifica la opción correcta
D	0	No identifica la opción correcta
3.1	3	Menciona tres temas para resolver el problema (Las plantas leguminosas en la fijación de nitrógeno, tipos de microorganismos fijadores de nitrógeno, efectos de fertilizantes industriales)
	2	Menciona dos temas para resolver el problema
	1	Menciona un tema para resolver el problema
	0	No menciona temas para resolver el problema, menciona algún tema pero no relacionado con la resolución del problema o deja el espacio en blanco
3.2	2	Diseña una ruta concreta, coherente para resolver el problema, (tomar diferentes tipos de suelo, sembrar diferentes tipos de leguminosas en cada uno, utilizar diferentes tipos de microorganismos fijadores en cada tipo de suelo y determinar en cual se dieron mejores resultados de aumento de nitrógeno)
	1	Sugiere alguna ruta no muy clara con algunos pasos no ordenados o poco coherente para resolver el problema
	0	No diseña alguna ruta para resolver el problema o deja el espacio en blanco
3.3	3	Propone tres pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo. (En las plantas sembradas anteriormente realizar las observaciones, llevar a cabo cada uno de los pasos propuestos en las opciones, consultar cuales son las evidencias de la fijación de Nitrógeno para identificar la opción correcta).
	2	Propone dos pasos del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	1	Propone un paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.
	0	No propone algún paso del proceso de análisis y utilización de la información para resolver el problema o de como verificarlo.

Anexo 4. Evaluación final de la secuencia didáctica

EVALUACIÓN FORMATIVA

Nombre: Entha Juliana Aristizabal Fecha: 15-Agosto

Situación problema

Los suelos de nuestro país, incluidos los risaraldenses, pueden sufrir carencias de nutrientes por diversos motivos. En el caso de la agricultura podría ser por un elevado número de cosechas, los monocultivos u otros. Si durante varias cosechas no enriquecemos el suelo, cada nueva planta tratará de absorber sus nutrientes e irá empobreciendo el suelo. Otro motivo de suelos con carencia de nutrientes es cuando nos encontramos con suelos arenosos que se combinan con meteorología lluviosa. Las lluvias arrastran parte del suelo y lo van desgastando y deteriorando.

Esta necesidad de enriquecer los suelos con los nutrientes suficientes, hace que la principal solución sea la utilización de fertilizantes industriales, cuyo impacto en el ambiente y en la salud humana es muy negativo.

De acuerdo con lo anterior, un agricultor que encuentra deficiencias de Nitrógeno (macronutriente esencial para las plantas y demás seres vivos) en el suelo de una de las parcelas de su finca, requiere encontrar la medida más adecuada para elevar los niveles de este elemento, evitando el uso de fertilizantes industriales que provocan gran contaminación ambiental y daño a la salud.

Se presentan a continuación dos situaciones que resolver frente al caso del agricultor:

1. ¿Cuál sería la recomendación que usted le daría al agricultor para solucionar el problema?

Hacer cultivos de plantas fijas el nitrógeno para regresar al suelo los macronutrientes en este caso el nitrógeno. Plantaciones de leguminosas con abonos naturales, vuelven a enriquecer al suelo recuperando su cultivo y resolviendo su problema.

- 1.1 Describa el paso a paso de cómo debe hacerlo

1. Se debe conocer que plantas son fijadoras de nitrógeno.
2. Ya sabiendo esto cultivar las leguminosas.
3. Dejar un tiempo las leguminosas observando la nodulación.
4. Sembrar otras plantas en la parcela.

1.2 ¿Qué conocimientos se necesitan para hacerlo?

Cuales plantas fijan nitrógeno
Saber si todas las plantas son fijadoras de nitrógeno
Saber cuales lo son, que se necesita conocer sobre
los suelos, las plantas, un poco de agronomía

1.3 ¿Cómo verificaria si su recomendación es la adecuada?

haría un experimento sembrando plantas como frijol, habichuela
y le muestro que las leguminosas son las capaces de pasar
el nitrógeno del aire al suelo, haciendolo así mas
fertil

2. Si posteriormente a la explicación dada al agricultor sobre la técnica que debe utilizar, él le pregunta qué es la fijación biológica de Nitrógeno y qué relación tienen las bacterias y las plantas leguminosas con dicho proceso, ¿Cómo se lo explicaría?

Las plantas leguminosas son capaces de transformar el
nitrógeno de aire, en nitrógeno para el suelo, estas plantas
tienen unos nodulos en donde se encuentran las bacterias
estas bacterias son las encargadas de transformar
este nitrógeno así produciendo la fijación del nitrógeno para
las plantas

2.1 Describa el paso a paso de cómo lo haría

Primero, compraría una planta leguminosa, como el guano.
Segundo, le mostraria que esta tiene numerosos nodulos
Tercero, le explicaria que dentro de estos estan las
bacterias fijadoras. Cuarto le explicaria que entre
más nodulos tiene la planta más bacterias habran
y se fijara más nitrógeno a la tierra, por un proceso
que es el ciclo del nitrógeno.

2.2 ¿Qué conocimientos necesita para hacerlo?

- 1 Conocer sobre cultivos
- 2 Que es la fijación nitrógeno
- 3 Que es el ciclo del nitrógeno
- 4 Cuales son estas bacterias
- 5 Que son los nodulos

Anexo 5. Evidencias Fotográficas

Socialización de la actividad “Nitrógeno en la naturaleza y su importancia en los seres”



Experimentación: “plantas y microorganismos fijadores de Nitrógeno”





Charla Sobre Fertilizantes Industriales Vs Ecofertilizantes y Biofertilizantes

